
UNIVERSITAS CAROLINA PRAGENSIS
FACULTAS MATHEMATICAE PHYSICAEQUE DISCIPLINAE

STUDIJNÍ PLÁNY
Matematicko-fyzikální fakulty

Doktorské studium

Obsah

Předmluva	3
Studijní program FYZIKA	5
4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika	5
4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí	10
4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum	14
4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika	17
4F5 Fyzika povrchů a rozhraní	22
4F6 Kvantová optika a optoelektronika	24
4F7 Geofyzika	26
4F8 Meteorologie a klimatologie	29
4F9 Subjaderná fyzika	33
4F10 Jaderná fyzika	35
4F11 Matematické a počítačové modelování	37
4F12 Didaktika fyziky a obecné otázky fyziky	43
4F13 Fyzika nanostruktur	46
Studijní program INFORMATIKA	49
4I1 Teoretická informatika	49
4I2 Softwarové systémy	53
4I3 Matematická lingvistika	60
4I4 Diskrétní modely a algoritmy	64
Studijní program MATEMATIKA	69
Oborová rada doktorského studijního programu Matematika	69
4M1 Algebra, teorie čísel a matematická logika	69
4M2 Geometrie a topologie, globální analýza a obecné struktury	79
4M3 Matematická analýza	83
4M4 Pravděpodobnost a matematická statistika	86
4M5 Ekonometrie a operační výzkum	89
4M6 Vědecko–technické výpočty	92
4M7 Finanční a pojistná matematika	95
4M8 Obecné otázky matematiky a informatiky	98
Spolupracující ústavy	105

Předmluva

Matematicko-fyzikální fakulta má akreditovány tři doktorské studijní programy: studijní program fyzika, studijní program informatika a studijní program matematika.

Doktorské studium se řídí příslušnými předpisy, zejména pak Zákonem o vysokých školách, Studijním a zkušebním řádem Univerzity Karlovy v Praze a Opatřeními rektora a děkana pro organizaci studia na Matematicko-fyzikální fakultě, které lze nalézt na www stránkách univerzity a fakulty.

Doktorský studijní program je zaměřen na vědecké bádání a samostatnou tvůrčí činnost v oblasti výzkumu nebo vývoje. Zapojování studentů do vědeckého výzkumu má na MFF již dlouhou tradici. Je to dáno tím, že na fakultě působí vynikající odborníci, kteří mají rozsáhlou spolupráci se zahraničím. V postgraduální výchově velmi aktivně působí i odborníci ze spolupracujících ústavů a organizací, zejména z Akademie věd České republiky.

Studium v doktorském studijním programu sleduje a hodnotí oborová rada (OR). Každý ze tří doktorských studijních programů akreditovaných na MFF se člení na obory a při každém tomto oboru je zřízena rada doktorského studijního oboru (RDSO), která navrhuje náplň doktorského studia v příslušném studijním oboru a kontroluje její provádění.

Podmínkou přijetí ke studiu v doktorském studijním programu je řádné ukončení studia v magisterském studijním programu. Podle Řádu přijímacího řízení MFF má přijímací zkouška dvě části: zkoušku z cizího jazyka, kterým je angličtina, a ústní odbornou zkoušku z oboru, na který se uchazeč hlásí. Formu zkoušky z cizího jazyka a podmínky pro prominutí této zkoušky stanoví pro daný akademický rok děkan po schválení Akademickým senátem fakulty. Přijímací zkouška z angličtiny je obvykle prominuta těm uchazečům, kteří vykonali zkoušku z angličtiny v magisterském studiu na MFF. Děkan může prominout přijímací zkoušku z angličtiny také těm uchazečům, kteří mají certifikáty z anglického jazyka na úrovni B2 (nebo vyšší) podle Společného evropského rámce pro jazyky (CEF – Common European Framework), např. FCE, CAE, CPE, IELTS, TOEFL, City & Guilds aj. Obsah přijímací zkoušky stanovuje OR, členy komise jmenuje děkan. O přijetí uchazeče rozhoduje děkan na základě výsledků přijímací zkoušky. Děkan po přijetí uchazeče určí školitele, OR, RDSO a školící pracoviště, v jejichž péči bude student po celou dobu studia. Případnou změnu během studia může povolit děkan.

Studium v doktorském studijním programu se řádně ukončuje státní doktorskou zkouškou a obhajobou disertační práce. Pro doktorské státní zkoušky a pro obhajoby doktorských disertačních prací jsou jmenovány komise, které mají předsedu a jednoho nebo více místopředsedů. Každá taková komise je zpravidla určena pro státní zkoušky a obhajoby v několika oborech studijních programů. Tyto komise jsou stručně označeny jako K1 až K10. Obhajoba doktorské práce se pak koná před subkomisí, kterou jmenuje děkan fakulty. Ve výjimečných případech, kdy je třeba, aby členy zkušební komise nebo komise pro obhajoby byli odborníci nezařazení do některých z komisí K1 až K10 (to se týká zejména případů, kdy doktorské studium částečně probíhalo v cizině a je vhodné

mít v komisi i zahraniční členy), musí takovou komisi předem schválit vědecká rada fakulty.

Do studijního plánu každého studenta doktorského studijního programu je povinně zařazena zkouška z angličtiny. Složení zkoušky z angličtiny je nutnou podmínkou k tomu, aby byl student doktorského studijního programu připuštěn k obhajobě disertační práce. Maximální doba studia v doktorském studijním programu je osm let, prezenční formou studia je však možné studovat nejvýše čtyři roky. Studium lze na základě písemné žádosti studenta přerušit, a to nejméně na dobu jednoho semestru. Nejdelší celková doba přerušení je pět let.

Rád bych zde poděkoval všem pracovníkům fakulty, kteří se na výuce doktorandů podílejí. Vedení školitele při práci na disertaci je velkým darem každému doktorandovi, který si získané zkušenosti z vědecké práce odnáší do dalšího života. Velký dík za pomoc při výuce i školení doktorandů patří také partnerským ústavům Akademie věd České republiky.

V seznamech poskytované výuky jsou uváděny i kredity, jejichž počet přibližně odpovídá náročnosti výuky. Na některých oborech je stanoven i minimální počet kreditů, které student musí během určité doby získat.

Všem doktorandům přeji mnoho úspěchů v jejich studiu.

Prof. RNDr. Lubomír Skála, DrSc.
proděkan pro koncepci studia

Studijní program FYZIKA

Oborová rada doktorského studijního programu Fyzika

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/ors.htm#nor4-f> .

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

Rada doktorského studijního oboru 4F1

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f1.htm> .

Zkušební komise K6

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk06.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F1

- Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.
Fričova 298, 251 65 Ondřejov
<http://www.asu.cas.cz/>
- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8
<http://www.jh-inst.cas.cz/www/indexcz.php?lang=cz&p=75>
- Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.
Husinec – Řež č. p. 130, PSC 250 68
<http://www.ujf.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese
http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redir=szn_obor&fak=11320&obor=F1 .

Poskytovaná výuka

Posлуhač si musí doplnit povinné přednášky magisterského studia na MFF UK v oboru odpovídající jeho specializaci, pokud je již neabsolvoval v rámci svého magisterského studia. Vedle toho si vybírá z volitelných přednášek magisterského studia, zejména oborů Astronomie a astrofyzika, Teoretická fyzika, Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů, Jaderná a subjaderná fyzika a Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice. Pro doktorandy jsou určeny hlavně následující pokročilé přednášky:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAF006	Vybrané partie z matematiky pro fyziky	3	—	2/0 Zk
NTMF063	Vybrané partie obecné relativity	3	2/0 Zk	—
NJSF082	Vybrané partie teorie kvantovaných polí I	5	3/0 Zk	—
NJSF083	Vybrané partie teorie kvantovaných polí II	5	—	3/0 Zk
NJSF072	Elektroslabá interakce II	5	2/1 Zk	—
NTMF065	Úvod do kvantové teorie pole na křivém pozadí	5	2/1 Zk	—
NJSF044	Matematické metody kvantové teorie II	3	—	2/0 Zk
NTMF070	Zářivé procesy v astrofyzice	3	—	2/0 Zk
NTMF035	Renormalizační teorie fázových přechodů	3	—	2/0 Zk
NTMF047	Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů II	3	2/0 Zk	—
NTMF032	Statistická fyzika kvantových mnohočásticových systémů II	3	—	2/0 Zk
NJSF084	Chirální symetrie silných interakcí	3	2/0 Zk	—
NJSF031	Klasický a kvantový chaos	3	—	2/0 Zk
NDIR058	Hyperbolické systémy a zákony zachování	3	—	2/0 Zk
NGEM030	Kalibrační pole a nekomutativní geometrie	3	2/0 Zk	—
NAST021	Vybrané kapitoly z astrofyziky	3	2/0 Zk	—
NTMF008	Seminář ústavu teoretické fyziky	3	0/2 Z	0/2 Z
NTMF006	Relativistický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z

NTMF045	Seminář atomové fyziky	3	0/2 Z	0/2 Z
NAST010	Seminář Astronomického ústavu UK	3	0/2 Z	0/2 Z

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Doktorand zaměřený na teoretickou fyziku si volí dva z okruhů 1-7 (z toho jeden bezprostředně související s tematikou své práce) a k tomu jeden z následujících okruhů z matematiky:

- Funkcionální analýza
- Parciální diferenciální rovnice
- Teorie distribucí
- Diferenciální geometrie, Lieovy grupy a algebry
- Numerické metody

Doktorand zaměřený na astrofyziku či astronomii si volí základní okruh 10, jeden z okruhů 8-9 a jeden z okruhů 1-7.

1. *Matematická fyzika*

Funkcionální analýza v kvantové teorii. Rovnice matematické fyziky. Relativistická invariance v kvantové teorii pole. Teorie rozptylu. Dynamické systémy. Matematická statistická fyzika. Teorie fázových přechodů a kritické jevy. Geometrické metody ve fyzice. Spinory. Symetrie ve fyzice a teorie grup. Supersymetrie.

2. *Relativistická fyzika a kosmologie*

Základní principy obecné teorie relativity (princip ekvivalence, obecné kovariance a minimální vazby). Rovnice geodetiky a geodetické deviace. Einsteinovy rovnice pole. Alternativní teorie gravitace. Experimentální ověření relativistických teorií gravitace. Linearizovaná teorie a aproximační metody. Teorie gravitačních vln: asymptotická struktura prostoročasu a přesná zářivá řešení; zdroje a detekce gravitačních vln. Relativistická teorie stelární struktury (bílé trpaslíci, neutronové hvězdy, pulsary). Gravitační kolaps a fyzika černých děr — obecné fyzikální zákonitosti, role černých děr v astrofyzice. Počáteční problém a hamiltonovský formalismus. Standardní kosmologické modely a základní kosmologické testy. Fyzika raného vesmíru. Teorie lineárních perturbací kosmologických modelů.

3. *Kvantová teorie pole a fyzika elementárních částic*

Kanonický formalismus teorie pole. Feynmanův dráhový integrál. Feynmanova pravidla a poruchová teorie. Kalibrační invariance. Kvantová elektrodynamika. Renormalizace v teorii pole. Relativistická invariance. CTP teorém, spin a statistika. Neabelovské kalibrační teorie. Metoda renormalizační grupy. Asymptotická volnost. Spontánní narušení symetrie. Standardní model. Modely sjednocených interakcí. Supersymetrická polní teorie a strunové modely.

4. *Teorie pevných látek*

Plyn interagujících elektronů v kovech a polovodičích: stíněná elektron–elektronová a elektron–fononová interakce, těsnovazební modely. Teorie Fermiho kapaliny. Greenovy funkce a jejich analytické vlastnosti, Kramersovy–Kronigovy relace a flukтуаčně–disipační teorém. Teorie lineární odezvy, Kubovy formule. Supravodivost a supratekutost. BSC teorie supravodivosti.

5. *Nerelativistická kvantová teorie*

Hermitovské operátory a jejich spektrum, Schrödingerova rovnice, kvasiklasická aproximace, princip superposice, relace neurčitosti, stacionární stavy, pohyb v centrálně symetrickém poli, teorie poruch, spin, spinory, identické částice, energetické hladiny atomů, jemná struktura atomových hladin, atomy v elektrických a magnetických polích, hustota toku, elastické srážky částic, amplituda rozptylu, optický teorém, Bornova řada, S-matice a její analytická struktura, kvazistacionární stavy, Jostova funkce a Levinsonův teorém.

6. *Hydrodynamika, magnetohydrodynamika a teorie plazmatu*

Boltzmannova a Vlasovova kinetická rovnice, soustava fluidních a magnetohydrodynamických rovnic, driftové přiblížení pohybu částic v elektromagnetických polích, rovnováha a stabilita plazmatu, disperzní rovnice pro šíření vln ve studeném plazmatu, kinetická teorie šíření vln v horkém plazmatu, Landaův útlum a nestabilita vln, nelineární interakce vln s plazmatem; zachycené částice a kvazilineární aproximace ponderomotivní síly v plazmatu, slabá a silná turbulence plazmatu, vzájemná interakce vln, deterministický chaos — úvod do teorie a aplikace v modelech anomálních jevů v plazmatu, plazma nízkoteplotní, termonukleární a astrofyzikální.

7. *Statistická fyzika a termodynamika*

Interagující statistické systémy: klasické a kvantové kapaliny a plyny, distribuční funkce a poruchové metody — viriálový a klusterový rozvoj, poruchové metody kvantové statistické mechaniky. Modely a teorie fázových přechodů: Isingův a Heisenbergův model magnetismu, statistická teorie středního pole, škálovací hypotéza a teorie renormalizační grupy.

8. *Experimentální metody v astronomii*

Základy optiky. Teleskopy, spektrografie, fotometry, interferometry, detektory (děleno podle jednotlivých oborů elektromagnetického záření). Primární redukce: dat zpracování signálu a obrazu, analýza časových řad měření včetně statistických metod. Speciální analýzy dat (řešení křivek radiální rychlosti a světelných křivek, dopplerovské zobrazení povrchových struktur atp.).

9. *Klasická astrofyzika*

Stavba a vývoj hvězd, tvoření hvězd, vývoj dvojhvězd, závěrečné fáze vývoje hvězd. Polusace a kmity hvězd, helioseismologie. Sluneční fyzika. Hvězdné atmosféry: pole záření, absorpce, emise, zdrojová funkce, rovnice statistické rovnováhy, pojem LTE a non-LTE, modely hvězdných atmosfér (základní rovnice), formování spektrálních čar, Einsteinovy koeficienty, zakázané čary. Atomy a molekuly v kosmickém prostoru, elektronová, vibrační a rotační spektra. Plazma a magnetické pole, vlny v plazmatu, rovnice magnetohydrodynamiky. Tepelné a netepelné záření plazmatu. Stavové rovnice, degenerace. Jaderné reakce ve hvězdách, nukleogeneze. Akreční jevy, fyzika akrečních disků. Fyzika rázových vln.

10. *Klasická astronomie, mechanika a dynamika kosmických těles a soustav*

Nebeská mechanika: problém dvou a tří těles, teorie potenciálu. Sférická astronomie: soustavy souřadnic a vlivy, které na ně působí, čas a jeho měření. HR diagram, rovnice přenosu záření, záření absolutně černého tělesa, základní představy o vývoji hvězd, metody určování vzdálenosti kosmických těles, základní informace morfologické (Slunce, sluneční soustava včetně malých těles, hvězdy, typy proměnných hvězd, dvojhvězdy), elementy vizuálních, zákrytových a spektroskopických dvojhvězd, hvězdokupy, dynamika.

Galaxie, hvězdokupy, složky galaxií, hvězdné populace, určování stáří, Hubbleův zákon, typy galaxií, zdroje vysokých energií, mezihvězdný plyn a prach, tvorba hvězd, vznik a vývoj galaxií.

Doporučená literatura

- Bičák, J., Rudenko, V. N.: **Teorie relativity a gravitační záření.** *Univerzita Karlova, Praha, 1986.*
- Binney, J., Merrifield, M.: **Galactic Astronomy.** *Princeton Series in Astrophysics, 1998.*
- Binney, J., Tremain, S.: **Galactic Dynamics.** *Princeton Series in Astrophysics, 1988.*
- Bowers, R., Deeming, T.: **Astrophysics I–III.** *Jones Bartlet, Boston, 1984.*
- De Loore, C. W. H., Doom, C.: **Structure and Evolution of Single and Binary Stars.** *Kluwer, Dordrecht, 1992.*
- Formánek, J.: **Úvod do kvantové teorie.** *Academia, Praha, 1983.*
- Frank, J., King, A. R., Raine, D. J.: **Accretion Power in Astrophysics.** *2nd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 1992.*
- Gilmore, G., King, I., Kruit, van der, P. C.: **The Milky Way as a Galaxy.** *University Science Books, Lecture Notes, 1989.*
- Hansen, C. J., Kawaler, S. D.: **Stellar Interiors: Physical Principles, Structure and Evolution.** *Springer–Verlag, New York, 1994.*
- Itzykson, C., Zuber, J.: **Quantum Field Theory.** *McGraw–Hill, New York, 1982.*
- Kippenhahn, R., Weigert, A.: **Stellar Structure and Evolution.** *Springer–Verlag, Berlin, 1991.*
- Mahan, G. D.: **Many–particle Physics.** *Plenum Press, New York, 1990.*
- Martynov, D. J.: **Kurs Praktičeskoj astrofyziky.** *Nauka, Moskva.*
- Mihalas, D.: **Stellar Atmospheres.** *W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1978.*
- Misner, C., Thorne, K. S., Wheeler, J.: **Gravitation.** *W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1973.*
- Plischke, M., Bergsen, B.: **Equilibrium Statistical Physics.** *2nd ed. World Scientific, Singapore, 1994.*
- Reed, M., Simon, B.: **Methods of Modern Mathematical Physics.** *Academic Press, New York, 1979.*
- Rickayzen, G.: **Green’s Function and Condensed Matter.** *Academic Press, London, 1984.*
- Rose, W. K.: **Advanced Stellar Astrophysics.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1998.*
- Schatzman, E. L., Praderie, F.: **The Stars.** *Astronomy and Astrophysics Library, Springer–Verlag, Berlin, 1993.*
- Schwarzschild, M.: **Structure and Evolution of the Stars.** *Princeton University Press, Cambridge, 1958.*
- Tanenbaum, B. S.: **Plasma Physics.** *McGraw–Hill, New York, 1967.*
- Wald, R. M.: **General Relativity.** *University of Chicago Press, 1984.*
- Walker, G. A. H.: **Astronomical Observations.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1999.*
- Weinberg, S.: **Quantum Theory of Fields I–III.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995–2000.*

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

Rada doktorského studijního oboru 4F2

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f2.htm>.

Zkušební komise K7

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk07.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F2

- Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.
Fričova 298, 251 65 Ondřejov
<http://www.asu.cas.cz/>
- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8
<http://www.jh-inst.cas.cz/www/indexcz.php?lang=cz&p=75>
- Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.
Boční II/1401, 141 31 Praha 4
<http://www.ufa.cas.cz/>
- Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.
Za Slovankou 1782/3, 182 00 Praha 8
<http://www.ipp.cas.cz/cz>

Domovská stránka rady doktorského studijního oboru 4F2

<http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/4F2/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F2.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEVF501	Nízkoteplotní plazma a jeho aplikace	3	2/0 Zk	—

NEVF502	Elementární procesy v plazmatu	3	2/0 Zk	—
NEVF503	Měřicí metody, modelování a zpracování experimentálních dat	3	2/0 Zk	—
NEVF504	Fyzikální procesy ve sluneční soustavě	3	2/0 Zk	—
NEVF505	Diagnostika plazmatu	3	2/0 Zk	—
NEVF506	Magnetohydrodynamika, horké a laserové plazma	3	2/0 Zk	—
NEVF507	Seminář počítačové a měřicí techniky	3	—	0/2 Z
NEVF508	Seminář o moderních směrech ve fyzice	3	—	0/2 Z
NEVF518	Úvod do fyziky plazmatu	3	2/0 Zk	—
NTMF020	Teorie plazmatu	3	2/0 Zk	—
NEVF155	Technologie počítačových sítí	3	2/0 Zk	—
NEVF145	Plazma v kosmickém prostoru	3	—	2/0 Zk
NEVF125	Hmotnostní spektrometrie	3	2/0 Zk	—
NEVF135	Programování v IDL — zpracování a vizualizace dat	3	1/1 KZ	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Zkouška má syntetický charakter, tj. jsou kladeny širší otázky, k jejichž zodpovězení je třeba znát následující tématické okruhy: Vlnová funkce, operátory fyzikálních veličin. Relace neurčitosti. Schrödingerova rovnice a její aplikace v jednoduchých případech. Přibližné metody kvantové teorie. Elektron v periodickém prostředí, pásová struktura. Základy teorie rozptylu. Jednoduchá představa chemické vazby. Stimulovaná emise, inverze hladin. Lasery a masery. Termodynamické potenciály, podmínky rovnováhy, Gibbsovo fázové pravidlo. Fázové přechody 1. a 2. druhu. Termodynamika nevratných dějů. Teorie fluktuací. Statistická rozdělení. Vztah termodynamických a statistických veličin. Entropie ve statistické termodynamice. Neideální plyn. Náhodné procesy, fluktuace a šumy. Korelace, charakteristická rovnice rozdělení. Vlastnosti a chyby odhadů.

II. Pokročilé partie oboru

Povinná část (II. 1) a volitelná část (II. 2), kde jsou požadavky rozděleny do 6 okruhů podle kurzovních přednášek, které byly organizovány oborovou radou (při zadání otázky komise bere v úvahu, které přednášky student navštěvoval).

II.1. Povinná část

Definice a druhy plazmatu. Kinetický a hydrodynamický popis plazmatu. Elementární procesy, typy srážek, srážkové průřezy. Záření v plazmatu. Transportní jevy, vodivost, difuze a ambipolární difuze. Výboje v plynech. Chemické reakce v plazmatu. Vlny v plazmatu. Základní diagnostické metody.

II.2. Volitelná část

II.2.1 Nízkoteplotní plazma a jeho aplikace

Kinetický popis nízkoteplotního plazmatu (řešení kinetické rovnice, pružné a nepružné srážky, srážky elektron–elektron, vliv mag. pole na rozdělovací funkci, kinematický popis vícesložkových plazmatických systémů), výbojové plazma a jeho aplikace zejména v plazmotechnologiích (polymerace, leptání, vytvoření tenkých vrstev apod.)

II.2.2 Elementární procesy v plazmatu

Úvod do fyzikální chemie (struktura molekul, stavy, ionty, apod.), srážkové procesy (ionizace, excitace, deexcitace, chem. reakce, rekombinace apod.), termodynamika a statistická termodynamika z hlediska fyzikální chemie, reakční kinetika a dynamika a ion–molekulové reakce, úvod do plazmochemie a laserové chemie.

II.2.3 Měřicí metody, modelování a zpracování experimentálních dat

Analogové a digitální signály, analogový a digitální šum (spojité a diskrétní náhodné procesy), digitální filtrování (přehled metodik, typy filtrů, návrhy integračních a derivačních filtrů, metody zhlazování apod.), odhad parametrů modelu, optimální detekce (statistické vlastnosti, metody realizace), počítačové modelování.

II.2.4 Fyzikální procesy ve sluneční soustavě

Základní pojmy z magnetohydrodynamiky, pohyb částic v silových polích, analytické řešení pohybu částic v adiabatickém přiblížení, sluneční soustava, popis systému Země–Slunce, meziplanetární magnetické pole, plazma v meziplanetárním systému, sluneční vítr, rázové vlny, magnetopauza a magnetosféra Země, transport částic v okolí Země, příslušné diagnostické metody.

II.2.5 Diagnostika plazmatu

Přehled diagnostických metod, optické metody, technika mikrovlnného měření, rezonátorová metoda, interferenční metoda, sondové metody, korpuskulární diagnostika.

II.2.6 Magnetohydrodynamika, horké a laserové plazma

Magnetohydrodynamický přístup, jedno a dvoukapalinový model, zamrzlé pole a difuze siločar, magnetická energie a magnetické napětí, příklady. Principy Tokamaku, stabilita plazmatu v Tokamaku, metody ohřevu plazmy v Tokamaku, termonukleární reaktor na bázi Tokamaku, procesy interakce vysokých toků laserového záření s plazmatem, charakteristiky a problémy teoretického popisu systémů s vysokou hustotou energie, principy rentgenového laseru, inerciální fúze.

Doporučená literatura

Akasofu, S. I., Kamide, Y. (eds.): **The Solar Wind and the Earth.** *Terra Scient. Publ. Co., Tokyo, 1987.*

Atkins, P. W.: **Physical Chemistry.** *Oxford University Press, Oxford, 1988.*

Baumjohann, W., Treumann, R. A.: **Basic Space Plasma Physics.** *Imperial College Press, London, 1999.*

Biskamp, D.: **Magnetohydrodynamic Turbulence.** *Cambridge University Press, Cambridge, 2003.*

Bittencourt, J. A.: **Fundamentals of Plasma Physics.** *Springer, New York, 2004.*

Cravens, T. E.: **Physics of Solar System Plasma.** *Atmospheric and Space Science Series, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.*

- Encrenaz, T. et al.: **The Solar System**. Springer, Berlin–Heidelberg–New York, 2004.
- Fanning, D. W.: **IDL Programming Techniques**. 2nd ed. 2000.
- Ghosh, P. K.: **Ion Traps**. Clarendon Press, Oxford, 1995.
- Glosík, J. (ed.): **Učební texty k přednášce Elementární procesy**. MFF UK, Praha, 1992.
- Goldston, R. J., Rutherford, P. H.: **Introduction to Plasma Physics**. Institute of Physics Publishing, Bristol–Philadelphia, 1995.
- Gombosi, T. I.: **Physics of the Space Environment**. Atmospheric and Space Science Series, Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
- Gross, R.: **An Introduction to Alfvén Waves**. The Adam Hilger Series on Plasma Physics, Bristol, 1988.
- Grün, E., Gustafson, B. A. S., Dermott, S., Fechtig, H.: **Interplanetary Dust**. Astronomy and Astrophysics Library, Springer, Berlin, 2001.
- Hargreaves, J. K.: **The Solar–terrestrial Environment**. Cambridge Atmospheric and Space Science Series, Cambridge University Press, Cambridge, 1992.
- Horányi, M., Robertson, S., Walch, B. (eds.): **Physics of Dusty Plasma**. AIP Conference Proceedings 446, Boulder, Colorado, 1998.
- Chen, F. F.: **Plasma Diagnostic Techniques**. Academic Press, New York, 1965.
- Chen, F. F.: **Úvod do fyziky plazmatu**. Academia, Praha, 1984.
- Chung, P. M., Talbot, L., Touryan, K. J.: **Electrical Probes in Stationary and Flowing Plasmas**. Springer, Boston, 1975 (rusky: Mir, Moskva, 1978).
- Kallenrode, M. B.: **Space Physics: An Introduction to Plasma and Particles in the Heliosphere and Magnetospheres**. Springer–Verlag, Berlin–Heidelberg, 2001.
- Kivelson, M. G., Russell, C. T.: **Introduction to Space Physics**. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Kracík, J., Šesták, B., Aubrechl, L.: **Základy klasické a kvantové fyziky plazmatu**. Academia, Praha, 1977.
- Kracík, J., Tobiáš, J.: **Fyzika plazmatu**. Academia, Praha, 1966.
- Lautrup, B.: **Physics of Continuous Matter: Exotic and Everyday Phenomena in the Macroscopic World**. Institute of Physics Publishing, Bristol and Philadelphia, 2005.
- Ng, C.-Y., Baer, T., Powis, I.: **Unimolecular and Bimolecular Ion-molecule Reactions**. Wiley-Interscience, New York, 1994.
- Peratt, A. L.: **Physics of the Plasma Universe**. Springer–Verlag, New York–Heidelberg, 1991.
- Priest, E. R. (ed.): **Solar System Magnetic Fields**. Terra Scient. Publ. Co., Tokyo, 1985.
- Schott, L.: **Plasma Diagnostics**. North–Holland Publishing Comp., Amsterdam, 1968.
- Swamy, K.: **Dust in the Universe: Similarities and Differences**. World Scientific Series in Astronomy and Astrophysics, World Scientific Publishing, Singapore, 2005.
- Swift, J. D., Schwar, M. I. R.: **Electrical Probes for Plasma Diagnostics**. Illife Books, New York, 1969.

Thompson, M. J.: **An Introduction to Astrophysical Fluid Dynamics.** *Imperial College Press, London, 2006.*

Treumann, R. A., Baumjohann, W.: **Advanced Space Plasma Physics.** *Imperial College Press, London, 2001.*

Walker, A. D. M.: **Plasma Wales in the Magnetosphere.** *Springer Verlag, Berlin-Heidelberg, 1993.*

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

Rada doktorského studijního oboru 4F3

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f3.htm>.

Rada doktorského studijního oboru 4F3

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f3.htm>.

Zkušební komise K7

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk07.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F3

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.
Chaberská 57, 182 51 Praha 8
<http://www.ufe.cz/>
- Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.
Husinec – Řež č. p. 130, PSC 250 68
<http://www.ujf.cas.cz/>
- Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.
Heyrovského nám. 2, 162 06 Praha 6
<http://www.imc.cas.cz/>
- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

Domovská stránka rady doktorského studijního oboru 4F3

<http://krystal.karlov.mff.cuni.cz/f3>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese
http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F3.

Poskytovaná výuka**Povinné předměty**

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NBCM083	Vybrané partie z kvantové teorie	3	2/1 Zk	—
NFPL088	Metody statistické fyziky	3	2/1 Z+Zk	—
NFPL085	Elektronová teorie pevných látek	3	—	2/0 Zk
NFPL087	Seminář řešení fyzikálních problémů	3	—	0/2 Z
NFPL086	Experimentální metody fyziky kondenzovaného stavu	6	2/2 Zk	—

Povinně výběrové předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL082	Magnetismus a elektronová struktura kovových systémů	3	2/0 Zk	—
NFPL120	Moderní problémy fyziky materiálů	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NFPL063	Pokročilá kvantová teorie s aplikacemi ve fyzice kondenzovaných látek	4	—	2/1 Zk
NFPL093	Vybrané kapitoly z teorie a metodiky magnetické rezonance	3	2/0 Zk	—
NFPL128	Vybrané partie z pozitronové anihilační spektroskopie	3	—	1/1 Z+Zk
NFPL178	Supratekutost a Boseova-Einsteinova kondenzace	5	—	2/1 Z+Zk
NFPL195	Vybrané partie fyziky nízkých teplot	3	—	2/0 Zk
NFPL066	Pokročilé metody a aktuální témata ze strukturní analýzy	3	2/0 Z	—

Volitelné předměty

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL073	Využití rozptylu neutronů v materiálovém výzkumu	3	—	2/0 Zk
NFPL154	Neutronové a synchrotronové záření v magnetických látkách	6	—	2/2 Z+Zk
NFPL072	Systémy s korelovanými f-elektrony	3	2/0 Zk	—
NFPL076	Metody studia interakcí v magnetických systémech	3	—	2/0 Zk
NFPL013	Rozptyl rtg záření na tenkých vrstvách	3	2/0 Zk	—
NFPL158	Magnetické struktury	3	2/0 Zk	—
NFPL159	Moderní materiály s aplikačním potenciálem	3	—	2/0 Zk
NFPL174	Základy mechaniky tekutin a turbulence	3	2/0 Zk	—
NFPL197	Základy mechaniky kontinua a teorie dislokací	3	—	2/0 Zk
NFPL198	Mikrostruktura a mechanické vlastnosti materiálů	3	—	2/0 Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Jsou kladeny otázky širšího zaměření a jejich úkolem je prověřit schopnost posluchače orientovat se v dané problematice.

I. Širší základ

- I.1. Kvantověmechanický popis atomů a kondenzovaných látek
- I.2. Systémy mnoha částic
- I.3. Elektronové stavy v atomech a kondenzovaných látkách
- I.4. Interakce kvantového systému s elektromagnetickým zářením
- I.5. Klasické a kvantové statistické soubory
- I.6. Termodynamické veličiny
- I.7. Ideální, klasické a kvantové plyny
- I.8. Fermiony a bosony při nízkých teplotách
- I.9. Fázové přechody
- I.10. Nerovnovážné procesy v kondenzovaných látkách

II. Pokročilé partie oboru

- II.1. Struktura a mikrostruktura kondenzovaných systémů
- II.2. Fonony
- II.3. Elektronová a atomová struktura a interakce v kondenzovaných systémech
- II.4. Kovy a polovodiče
- II.5. Dielektrika a feroelektrika
- II.6. Magnetismus

II.7. Fyzika kondenzovaných systémů při nízkých teplotách, supravodivost a supratekutost

III. Specializace

Otázky z předmětu specializace budou navrženy školitelem. Komise vybírá jednu z alespoň tří navržených otázek.

Doporučená literatura

Ashcroft, N. W., Mermin, N. D.: **Solid State Physics**. *Sounders Coll. Publishing, Philadelphia, 1988.*

Barbara, B., Gignoux, D., Vettier, C.: **Lectures on Modern Magnetism**. *Springer-Verlag, Berlin, 1988.*

Buschow, K. H. J., Cahn, R. W., Flemings, M. C., Ilschner, B., Kramer, E. J., Mahajan, S.: **The Encyclopedia of Materials: Science and Technology**. *Pergamon Press, Oxford, 2001.*

Cahn, E. W., Lifshin, E.: **Concise Encyclopedia of Materials Characterization**. *Pergamon Press, Oxford, 1993.*

Ibach, H., Luth, H.: **Solid-State Physics**. *Springer-Verlag, Berlin, 1991.*

Kittel, C.: **Úvod do fyziky pevných látek**. *Academia, Praha, 1985.*

Kratochvíl, P., Lukáč, P., Sprušil, B.: **Úvod do fyziky kovů I**. *SNTL, Praha, 1984.*

Kužel, R., Saxlová, M., Šternberk, J.: **Úvod do fyziky kovů II**. *SNTL, Praha, 1985.*

Šafrata, R. a kol.: **Fyzika nízkých teplot**. *Matfyzpress, Praha, 1998.*

Valvoda, V., Polcarová, M., Lukáč, P.: **Základy strukturní analýzy**. *Karolinum, Praha, 1992.*

Ziman, J. M.: **Principles of the Theory of Solids**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1965.*

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

Rada doktorského studijního oboru 4F4

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f4.htm> .

Rada doktorského studijního oboru 4F4

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f4.htm> .

Zkušební komise K8

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk08.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F4

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i.
Videňská 1083, 142 20 Praha 4
<http://www.biomed.cas.cz/fgu/>
- Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i.
Videňská 1083, 142 20 Praha 4 - Krč
<http://www.biomed.cas.cz/mbu/cz/>
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.
Chaberská 57, 182 51 Praha 8
<http://www.ufe.cz/>
- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8
<http://www.jh-inst.cas.cz/www/indexcz.php?lang=cz&p=75>
- Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.
Heyrovského nám. 2, 162 06 Praha 6
<http://www.imc.cas.cz/>
- Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i.
Flemingovo nám. 2, 166 10 Praha 6
<http://www.uochb.cas.cz/web/structure/31.html?lang=cz>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese
http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F4.

Kompaktní seznam témat je k dispozici na domovské stránce rady doktorského studijního oboru.

Domovská stránka rady doktorského studijního oboru 4F4

<http://biomolecules.mff.cuni.cz/4F4>

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NBCM198	Elektrické vlastnosti molekulárních materiálů a systémů	3	—	2/0 Zk
NBCM091	Seminář z fyziky polymerů	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM058	Relaxační chování polymerů	3	—	2/0 Zk

NBCM076	Teorie polymerních struktur	3	2/0 Zk	—
NBCM097	Spektroskopie povrchem zesíleného Ramanova rozptylu	3	—	2/0 Zk
NBCM301	Seminář pro doktorandy — aktuální problémy molekulární biologie	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM304	Molekulární mechanismy membránového transportu	3	—	2/0 Zk
NBCM313	Moderní metody měření a analýzy dat v časově rozlišené fluorescenční spektroskopii	3	2/0 Zk	—
NBCM317	Pokročilá molekulární spektroskopie	3	1/1 Z+Zk	—
NOOE119	Nelineární optická spektroskopie	3	2/0 Zk	—
NFPL193	NMR interakce a teorie relaxací	5	—	2/1 Z+Zk
NBCM127	Biofyzikální metody studia fotosyntézy	3	—	2/0 Zk
NBCM128	Pokročilé metody molekulární spektroskopie	3	—	2/0 Zk
NBCM129	Experimentální technika v optické spektroskopii a radiometrii	3	—	2/0 Zk
NBCM130	Seminář optické spektroskopie	3	—	0/2 Z
NBCM059	Aplikace nízkoteplotního plazmatu	3	2/0 Zk	—
NBCM208	Základy makromolekulární fyziky	4	—	3/0 Zk
NBCM066	Základy makromolekulární chemie	5	2/1 Z+Zk	—
NBCM228	Polymery pro aplikace ve fotonice a optoelektronice	3	2/0 Zk	—
NBCM012	Biochemie	3	—	1/1 Zk
NBCM023	Význam a funkce kovových iontů v biologických systémech	3	2/0 Zk	—
NBCM305	Optické senzory	6	2/0 Zk	—
NBCM316	Počítačové modelování biomolekul	5	1/2 Z+Zk	1/2 Z+Zk
NFPL179	Kvantový popis NMR	5	2/1 Z+Zk	2/1 Z+Zk
NFPL186	Seminář spektroskopie NMR vysokého rozlišení	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM046	Teoretický seminář chemické fyziky	2	0/1 Z	0/1 Z

NBCM055	Molekulární simulace v chemické fyzice	5	2/1 Z+Zk	2/1 Z+Zk
NBCM200	Studijní seminář plazmových polymerů	3	0/2 Z	0/2 Z
NBCM201	Jaderná magnetická rezonance biomolekul a makromolekulár. systémů	3	2/0 Zk	—
NBCM039	Kvantová teorie molekul	7	—	3/2 Z+Zk
NBCM098	Rentgenová strukturní analýza biomolekul a makromolekul	3	2/0 Zk	—
NBCM041	Základy teorie přenosu energie v molekulárních systémech I	3	2/0 Zk	—
NBCM300	Seminář pro doktorandy — struktura a spektroskopie biomolekul	3	0/2 Z	0/2 Z

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Předpokládají se dobré znalosti obecných fyzikálních pojmů a zákonitostí v rozsahu stanoveném pro ústní část státní závěrečné zkoušky na bakalářském studijním programu Fyzika, obor Obecná fyzika a pro požadavky k ústní části státní závěrečné zkoušky na magisterském studijním programu Fyzika, obory Biofyzika a chemická fyzika a Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů, studijní plán Fyzika makromolekulárních látek, na MFF UK v Praze. Otázky z této oblasti se jako hlavní otázky nekladou, mohou však být položeny jako otázky doplňkové v souvislosti s odpověďmi na otázky z dalších částí požadavků.

II. Pokročilé partie oboru

II.1. Kvantová teorie a statistická fyzika molekulových soustav

Hlavní metody kvantově–chemických výpočtů molekul. Atomové a molekulové orbitály. π –elektronová aproximace a Hückelova metoda. Hartreeho–Fockovy rovnice a Roothaanovy rovnice. Korelace elektronů, korelační energie. Konfigurační interakce. Vázané klastry a poruchové metody výpočtu korelační energie. Metody funkcionálu hustoty. Výpočty slabých mezimolekulárních interakcí. Vibrační stavy molekul. Metody výpočtu elektronových spekter. Termodynamické potenciály. Termodynamické věty. Statistické soubory, základní statistická rozdělení. Základní zákony rovnovážné i nerovnovážné statistické fyziky. Liouvilleova rovnice, Boltzmannova rovnice, Pauliho kinetická rovnice, zobecněné řídicí rovnice. Molekulární simulace, empirické potenciály, metody Monte Carlo, molekulová dynamika. Chemická kinetika. Elektrochemie.

II.2. Fyzika a chemie molekulových struktur

Síly určující strukturní organizaci molekul, konformace, fázové stavy a přechody v molekulárních systémech (roztoky, polymery, molekulové a kapalné krystaly, tenké vrstvy, biopolymery a membránové systémy). Fyzika a chemie bílkovin a nukleových kyselin (chemická stavba, prostorová struktura, tvorba komplexů, biologická funkce). Stavba buněk a hlavní molekulární pochody na buněčné úrovni. Fotofyzika a transportní jevy v polymerech.

II.3. Experimentální metody

Interakce elektromagnetického pole s molekulárními a biologickými strukturami (šířka a tvar spektrálních čar, relaxační procesy). Stanovení struktury molekulárních a biologických systémů (difrakce rtg. záření a neutronů, elektronová mikroskopie). Využití metod magnetické resonance (ESR, NMR, spinové sondy a značky, echo metody, určování struktur 2D metodami). Metody pružného a dynamického rozptylu světla pro stanovení struktury a pohybového stavu molekulárních objektů. Využití optické spektroskopie pro studium struktury, interakcí a dynamiky procesů přenosu energie a náboje v molekulárních a biologických systémech (vibrační IR spektroskopie, UV – VIS absorpční a emisní spektroskopie, metody vysokého časového a spektrálního rozlišení, polarizační efekty, optické chiroptické metody, Ramanův rozptyl, nelineární optické metody). Využití elektrických a dielektrických metod.

III. Specializace

Témata jsou zadávána individuálně školitelem v souladu se studijním plánem.

Doporučená literatura

Blankenship, R. E.: **Molecular Mechanisms of Photosynthesis**. *Blackwell Science, Oxford, 2002*.

Cantor, C. R., Schimmel, P. R.: **Biophysical Chemistry, vol. I, II, III**. *W. H. Freeman & Co., San Francisco, 1980 (rusky: Biofizičeskaja chimija. Mir, Moskva, 1984)*.

Davydov, A. S.: **Kvantová mechanika**. *SPN, Praha, 1978*.

Demtröder, W.: **Laser Spectroscopy**. *Springer, Berlin, 2005*.

Guillet, J.: **Polymer Photophysics and Photochemistry**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1985 (rusky: Fotofizika i fotochimija polimerov. Mir, Moskva, 1988)*.

Kao, K. C., Hwang, W.: **Electrical Transport In Solids, vol. 1,2**. *Pergamon Press, Oxford, 1981 (rusky: Perenos elektronov v tverdyh telach. Mir, Moskva, 1984)*.

Klíma, J., Šimurda, M.: **Sbírka problémů z kvantové teorie**. *Academia, Praha, 2006*.

Prosser, V. a kol.: **Experimentální metody biofyziky**. *Academia, Praha, 1989*.

Skála, L.: **Kvantová teorie molekul**. *Karolinum, Praha, 1995*.

Skála, L.: **Úvod do kvantové mechaniky**. *Academia, Praha, 2005*.

Sperling, L. H.: **Introduction to Physical Polymer Science**. *Wiley, New York, 1986*.

4F5 Fyzika povrchů a rozhraní

Rada doktorského studijního oboru 4F5

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f5.htm>.

Zkušební komise K7

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk07.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F5

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.
Chaberská 57, 182 51 Praha 8
<http://www.ufe.cz/>
- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8
<http://www.jh-inst.cas.cz/www/indexcz.php?lang=cz&p=75>

Domovská stránka rady doktorského studijního oboru 4F5

<http://physics.mff.cuni.cz/kfpp/f5/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F5.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEVF514	Fyzika povrchů	3	2/0 Zk	—
NEVF515	Metody fyziky povrchů a tenkých vrstev I	3	—	2/0 Zk
NEVF516	Metody fyziky povrchů a tenkých vrstev II	3	2/0 Zk	—
NEVF517	Seminář fyziky povrchů a tenkých vrstev	3	0/2 Z	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Elektromagnetické pole. Fotony. Vlnová funkce. Relace neurčitosti. Schrödingero-va rovnice a její řešení v jednoduchých případech. Přibližné metody kvantové teorie. Elektron v periodickém prostředí, pásová struktura. Chemická vazba. Termodynamické potenciály, rovnováha, fázové pravidlo, fázové přechody. Statistická rozdělení, vztah termodynamických a statistických veličin, entropie. Náhodné procesy, fluktuace, jejich charakteristiky. Krystalografie a struktura pevných látek, typy vazeb. Elektronová struktura pevných látek, typy vazeb. Transportní jevy, rovnice kontinuity, difúzní rovnice, relaxační doby, mechanismy rozptylu. Fonony.

II. Fyzikální základy oboru

Objemové a povrchové procesy ve vakuových systémech, vypařování a kondenzace, interakce plynu s pevnou látkou (povrchová, objemová), čerpací proces, mezní tlak. Fyzikální principy metod získávání a měření nízkých tlaků. Pohyb nabitých částic v elektrických a magnetických polích, základní elektronově iontové optické soustavy. Hmotová spektroskopie. Rozhraní dvou pevných látek (kov–kov, kov–polovodič, polovodič–polovodič), elektronické procesy na rozhraních, fyzikální principy a funkce elektronických prvků. Povrch pevné látky (struktura, čistota, jevy rekonstrukce a relaxace), elektronová struktura povrchu (kovy a polovodiče), povrchové stavy, ohyb pásů, výstupní práce. Fyzikální jevy na površích (adsorpce; emise nabitých částic — termomise, termiontová emise, povrchová ionizace, tunelová emise, ionizace v silném poli, fotoemise; interakce záření a částic s pevnou látkou). Teorie růstu tenkých vrstev, epitaxe. Vlastnosti tenkých vrstev, transport tenkou vrstvou.

III. Experimentální metody fyziky povrchů, tenkých vrstev a rozhraní

Vytváření definovaných povrchů a tenkých vrstev, základní metody a techniky. Metody analýzy povrchů, tenkých vrstev a rozhraní (mikroskopie — TEM, SEM, FEM, FIM, STM, elektronové a iontové spektroskopie — AES, XPS, APS, ..., difrakční metody — LEED, RHEED, rtg).

Doporučená literatura

- Anselm, A. I.: **Úvod do teorie polovodičů.** *Academia, Praha, 1967.*
 Bechstedt, F.: **Principles of Surface Physics.** *Springer-Verlag, Berlin, 2003.*
 Eckertová, L. a kol.: **Fyzikální elektronika pevných látek.** *Univerzita Karlova, Praha, 1992.*
 Eckertová, L. a kol.: **Metody analýzy povrchů, elektronová mikroskopie a difrakce.** *Academia, Praha, 1996.*
 Eckertová, L. a kol.: **Metody analýzy povrchů, elektronová spektroskopie.** *Academia, Praha, 1990.*
 Eckertová, L.: **Physics of thin films.** *SPN – Plenum Press, New York – Praha, 1986.*
 Frank, L. a kol.: **Metody analýzy povrchů, iontové, sondové a speciální metody.** *Academia, Praha, 2002.*
 Groszkowski, J.: **Technika vysokého vakua.** *SNTL, Praha, 1981.*
 Kittel, Ch.: **Úvod do fyziky pevných látek.** *Academia, Praha, 1985.*
 Pátý, L.: **Fyzika nízkých tlaků.** *Academia, Praha, 1968.*
 Zangwill, A.: **Physics at surfaces.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1988.*

4F6 Kvantová optika a optoelektronika

Rada doktorského studijního oboru 4F6

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f6.htm>.

Zkušební komise K8

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk08.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F6

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.
Chaberská 57, 182 51 Praha 8
<http://www.ufe.cz/>

Domovská stránka rady doktorského studijního oboru 4F6

<http://physics.mff.cuni.cz/kchfo/ooe/4F6.htm>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F6.

Poskytovaná výuka

Povinné předměty:

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NOOE100	Doktorský seminář kvantové optiky a optoelektroniky	3	0/2 Z	0/2 Z

Povinně volitelné předměty (min. 15 kreditů za první tři semestry studia z těchto předmětů, eventuálně z dalších, doporučených RDSO):

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFPL182	Teorie pevných látek	9	4/2 Z+Zk	—
NTMF002	Pokročilá kvantová teorie	6	3/1 Z+Zk	—
NOOE069	Laserová spektroskopie polovodičových nanokrystalů	5	2/1 Z+Zk	—
NOOE060	Kvantová statistika optických polí	3	2/0 Zk	—
NOOE103	Teorie koherence	4	3/0 Zk	—

NOOE101	Kvantová a nelineární optika I	3	2/0 Zk	—
NOOE102	Kvantová a nelineární optika II	3	—	2/0 Zk
NOOE026	Ultrakrátké světelné pulsy	3	2/0 Zk	—
NOOE111	Použití ultrakrátkých optických pulsů ve spektroskopii	3	2/0 Zk	—
NOOE121	Metody laserové spektroskopie v polovodičové spintronice	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NOOE110	Polovodičová luminiscence a její aplikace	3	—	2/0 Zk
NOOE009	Optické vlastnosti pevných látek a optoelektronika	3	—	2/0 Zk
NOOE112	Optické interakce v periodických anizotropních strukturách	3	2/0 Zk	—
NOOE109	Polovodičová fotonika	3	2/0 Zk	—
NOOE108	Polovodičová optoelektronika	3	2/0 Zk	—
NOOE003	Optoelektronické materiály a technologie	3	2/0 Zk	—
NOOE107	Detekce a detektory záření	3	—	2/0 Zk
NOOE047	Integrovaná optika	3	2/0 Zk	—
NOOE049	Holografie	3	2/0 Zk	—
NBCM305	Optické senzory	6	2/0 Zk	—
NOOE113	Laserová metrologie	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Základní pojmy a zákony klasické a kvantové fyziky. Makroskopický a mikroskopický popis fyzikálních jevů. Symetrie a její role ve fyzice. Základní pojmy a zákony rovnovážné a nerovnovážné statistické fyziky. Základy nelineární fyziky. Optické experimenty fundamentálního významu pro fyziku.

II. Pokročilé partie oboru

II.1. Vlnová a kvantová optika

Způsoby popisu optického pole (přiblížení paprskové, vlnové a kvantové optiky). Gaussovské svazky. Fourierovská optika. Koherence. Interference. Základy holografie. Difrakce. Teorie optického zobrazení. Vedené vlny a optické vlnovody. Odezva kvantového systému na optické pole. Lineární a nelineární optika. Kvantování optického pole. Interakce optického záření s látkou: emise, absorpce, rozptyly — semiklasický a úplný kvantový popis. Koherenční a statistické vlastnosti optických polí (neklasické stavy optických polí). Kvantová teorie koherence.

II.2. Laserová fyzika

Laserové generátory a zesilovače. Optické rezonátory. Módy laseru. Typy laseru podle režimu činnosti a aktivního prostředí. Klasický, semiklasický a úplný kvantový popis laseru, řešení rovnic laseru. Dynamické vlastnosti laseru. Frekvenční, časové, prostorové a výkonové parametry záření laseru. Laserové systémy s extrémními parametry generovaného záření. Nelineární optické systémy pro účinnou transformaci frekvence generovaného záření.

II.3. Optoelektronika

Pásová teorie. Brillouionova zóna. Blochovy funkce. Hustota stavů. Kvazičástice v pevných látkách. Optické přechody. Polovodičové nanostruktury. Vodivost, Boltzmannova rovnice, rozptylové mechanismy, Hallův jev, magnetorezistence. Kvantový Hallův jev. Fotovodivost, luminiscence. Polovodičové detektory. Luminiscenční diody a lasery. Optické modulátory. Heterostruktury. Integrovaná optika. Základy technologie polovodičových systémů.

III. Speciální část

Pokládá se jedna ze tří otázek, které předem navrhuje školitel podle užšího zaměření studenta. Součástí této části je také diskuse tezí doktorské práce, které předloží student v písemné podobě v rozsahu několika stran.

Doporučená literatura

- Born, M., Wolf, E.: **Principles of Optics**. Pergamon Press, Oxford, 1980.
- Boyd, R. W.: **Nonlinear Optics**. Academic Press, San Diego, USA, 1992.
- Davis, J. H.: **The Physics of Low-Dimensional Semiconductors**. Cambridge University Press, Cambridge, 2000.
- Haken, H.: **Light**, vol. 1, 2. North-Holland, Amsterdam, 1981/5.
- Cheo, P. K.: **Fiber Optics and Optoelectronics**. Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York, 1985.
- Kittel, C.: **Quantum Theory of Solids**. Wiley, New York, 1967.
- Klingshirn, C. L.: **Semiconductor Optics**. Springer Verlag, Berlin, 1997.
- Loudon, R.: **The Quantum Theory of Light**. Oxford University Press, Oxford, 2000.
- Mandel, L., Wolf, E.: **Optical Coherence and Quantum Optics**. Cambridge University Press, Cambridge, 1995.
- Peřina, J.: **Quantum Statistics of Linear and Nonlinear Optical Phenomena**. Reidel, Dordrecht, 1991.
- Saleh, B. E. A., Teich, M. C.: **Základy fotoniky I–IV**. Matfyzpress, Praha, 1994–96.
- Seeger, K.: **Semiconductor Physics**. Springer-Verlag, Berlin, 1982.

4F7 Geofyzika

Rada doktorského studijního oboru 4F7

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f7.htm>.

Zkušební komise K9

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk09.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F7

- Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Boční II/1401, 141 31 Praha 4 - Spořilov
<http://www.ig.cas.cz/>
- Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.
V Holešovičkách 41, 182 09, Praha 8
<http://www.irmsm.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese
http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redir=szn_obor&fak=11320&obor=F7 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NGEO078	Mechanika kontinua I	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO069	Mechanika kontinua II	3	—	2/0 Zk
NGEO005	Fourierova spektrální analýza	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO029	Přehled geofyziky	3	2/0 Zk	—
NGEO017	Tíhové pole a tvar Země	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO082	Seismologie I	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO074	Seismologie II	3	2/0 Zk	—
NGEO080	Geomagnetismus a geoelektřina I	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO079	Geomagnetismus a geoelektřina II	3	2/0 Zk	—
NGEO022	Numerické metody ve Fortranu	6	3/1 Z+Zk	—
NGEO002	Šíření seismických vln	5	2/1 Z+Zk	—
NGEO057	Metody zpracování geofyzikálních dat	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO015	Geotermika a radioaktivita Země	5	—	2/1 Z+Zk
NGEO076	Obrácené úlohy a modelování ve fyzice	3	—	2/0 Zk
NGEO081	Obrácené úlohy a modelování v geofyzice	6	—	2/2 Z+Zk
NGEO016	Stavba Země	4	3/0 Zk	—
NGEO084	Geodynamický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO083	Seismický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NGEO032	Paprskové metody v seismice	5	—	2/1 Z+Zk
NDGF015	Dynamika pláště a litosféry pro doktorandy	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NDGF014	Geomagnetismus a geoelektřina pro doktorandy	8	2/0 Zk	2/1 Z+Zk

NDGF013	Mechanika kontinua pro doktorandy	8	2/1 Z+Zk	2/0 Zk
NDGF018	Okrajové úlohy pro určení tíhového pole a tvaru Země pro doktorandy	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NDGF012	Rotace Země pro doktorandy	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NDGF016	Seismologie pro doktorandy	8	2/0 Zk	2/1 Z+Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Předpokládají se znalosti obecných fyzikálních zákonitostí a pojmů. Znalosti z mechaniky hmotných bodů a tuhého tělesa, teorie potenciálu, mechaniky kontinua, šíření elastických vln, základy teorie elektromagnetického pole a termodynamiky budou zkoušeny především v rámci otázek z předmětů profilujících obor.

II. Pokročilé partie oboru

II.1. Povinná část

II.1.1 Základy geofyziky

Pohyby Země. Tíhové pole, tíhová měření a jejich redukce. Zemské slapy. Základní údaje o zemětřeseních. Seismicita Země. Šíření seismických vln. Popis magnetického pole Země, hlavní geomagnetické pole, variace. Paleomagnetismus. Zdroje a šíření tepla v Zemi. Konvekce v zemském plášti. Stáří hornin.

II.1.2 Stavba Země

Vlastní kmity Země a seismický referenční model. Průběh teploty, elektrické vodivosti a viskozity, fázové přechody v Zemi. Globální třírozměrné modely založené na seismické tomografii. Kontinentální drift, rozšiřování oceánského dna, desková tektonika.

II.2. Volitelná část

Doktorand volí jeden z následujících bloků:

II.2.1 Tíhové pole a tvar Země

Rotace Země a její časové změny. Rozvoj tíhového potenciálu. Geoid, sféroid, referenční elipsoid. Absolutní a relativní tíhová měření. Tíhové anomálie. Izostaze. Studium gravitačního pole Země pomocí umělých družic. Určování tvaru skutečného povrchu Země. Teorie zemských slapů.

II.2.2 Seismologie

Typy zemětřesení a jejich geografické rozložení. Makroseismická intenzita, magnitudo a energie zemětřesení. Fyzika zemětřesného ohniska. Seismicita. Seismické vlny, teorie jejich šíření. Seismické přístroje a observatoře. Strukturální seismologie.

II.2.3 Geomagnetismus a geoelektrina

Základní charakteristiky elektromagnetického pole Země a jeho časových změn. Paleomagnetismus. Studium elektrické vodivosti v zemské kůře a plášti. Dynamová teorie buzení magnetického pole Země. Fyzika ionosféry a magnetosféry.

II.2.4 Geodynamika

Energetická bilance Země. Reologie pláště a litosféry. Vyjádření zákonů zachování hmoty, hybnosti, momentu hybnosti a energie pro pohybující se kontinuum. Numerické modely konvekce v plášti. Postglaciální výzdvih. Dynamický geoid.

Doporučená literatura

- Aki, P. K., Richards, P.: **Quantitative Seismology**. *University Science Books, Sausalito, 2002.*
- Brokešová, J.: **Asymptotic Ray Method in Seismology. A Tutorial**. *Matfyz Press, Praha, 2008.*
- Červený, V.: **Seismic Ray Theory**. *Cambridge University Press, Cambridge, 2001.*
- Dahlen, F. A., Tromp, J.: **Theoretical Global Seismology**. *Princeton University Press, Princeton, 1998.*
- Fowler, C. M. R.: **The Solid Earth**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1990.*
- Lay, T., Wallace, T. C.: **Modern Global Seismology**. *Academic Press, New York, 1995.*
- Merrill, R. T., McElhinny, M. W., McFadden, P. L.: **The Magnetic Field of the Earth**. *Academic Press, San Diego, 1998.*
- Novotný, O.: **Motions, Gravity Field and Figure of the Earth**. *UFBA, Salvador, Bahia, 1998.*
- Shearer, P. M.: **Introduction to Seismology**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1999.*
- Schubert, G. (ed.): **Treatise on Geophysics**. *Elsevier, Amsterdam, 2007.*
- Schubert, G., Turcotte, D. L., Olson, P.: **Mantle Convection in the Earth and Planets**. *Cambridge University Press, Cambridge, 2001.*

4F8 Meteorologie a klimatologie

Rada doktorského studijního oboru 4F8

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f8.htm>.

Zkušební komise K10

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk10.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F8

- Český hydrometeorologický ústav
Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4
<http://www.chmu.cz/>
- Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.
Boční II/1401, 141 31 Praha 4
<http://www.ufa.cas.cz/>

- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejšková 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese
http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F8.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMET501	Radičně aktivní plyny v atmosféře	3	2/0 Zk	—
NMET502	Matematické modelování dějů v atmosféře	3	2/0 Zk	—
NMET503	Vybrané partie z dynamické meteorologie	3	2/0 Zk	—
NMET504	Transport znečištění v atmosféře	3	—	2/0 Zk
NMET505	Atmosférické aerosoly	3	—	2/0 Zk
NMET506	Expertní systémy v meteorologii	3	2/0 Zk	—
NMET507	Prediktabilita atmosférických procesů	3	—	2/0 Zk
NMET508	Numerické předpovědní metody	3	—	2/0 Zk
NMET509	Dynamika systému oceán — atmosféra	3	2/0 Zk	—
NMET510	Stratosféra a mezosféra	3	2/0 Zk	—
NMET511	Aplikovaná fyzika oblaků a srážek	3	—	2/0 Zk
NMET512	Využití vícerozměrných statistických metod v meteorol. a klimat.	3	—	2/0 Zk
NMET513	Seminář o aktuálních otázkách meteorologie	2	0/1 Z	0/1 Z
NMET514	Klimatologický seminář	3	—	0/2 Z
NMET515	Seminář z dynamické a synoptické meteorologie	3	0/2 Z	—
NMET517	Vybrané partie geofyzikální hydrodynamiky	3	—	2/0 Zk
NMET518	Scénáře změny klimatu	3	—	2/0 Zk
NMET519	Modelování klimatických změn	3	—	2/0 Zk
NMET520	Aktuální otázky synoptické klimatologie	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Předpokládá se znalost obecných zákonitostí a pojmů z fyziky. Znalosti z okruhu mechanika, molekulová fyzika a termika, termodynamika a optika budou zkoušeny především v rámci otázek z předmětů profilujících obor.

II. Pokročilé partie oboru

II.1. Povinná část

II.1.1 Dynamická meteorologie

Termodynamika otevřených a uzavřených systémů, fázové přechody. Typy atmosférického proudění, interpretace ageostrofických složek, proudová funkce a divergenční potenciál. Teorie tlakových změn, interpretace základních rovnic dynamiky atmosféry, teorém potenciální vorticity, cirkulační teorémy, gravitační a inerční oscilace, vlny v zonálním proudění, baroklinní instabilita, transformace energie v atmosféře, prediktabilita atmosférických dějů, cirkulace v různých atmosférických měřítkách.

II.1.2 Synoptická meteorologie

Objektivní analýza polí meteorologických prvků, využití numerických předpovědních metod v prognóze počasí, zvláštnosti synoptických procesů nad střední Evropou, statistický postprocessing, předpovědi nebezpečných jevů a stavů, regionální vlivy na atmosférické fronty a na počasí uvnitř vzduchových hmot.

II.1.3 Mezní vrstva atmosféry

Turbulence v atmosféře, transformace kinetické energie v mezní vrstvě, řešení problému uzávěru, modely turbulence, Moninova a Obuchovova teorie podobnosti, stabilitní parametry, interakce mezi zemským povrchem a atmosférou, proudění přes horské překážky, transport a reakce znečišťujících příměsí v atmosféře.

II.1.4 Klimatologie

Klimatický systém, zpětné vazby, prediktabilita klimatu. Fyzikální a chemické procesy v klimatickém systému, horizontální a vertikální struktura atmosférické a oceánské cirkulace, interakce mezi atmosférou a oceánem. Variabilita v klimatickém systému, cirkulační indexy, módy variability. Struktura klimatických modelů, globální cirkulační modely, modely na omezené oblasti. Vlivy antropogenní činnosti na klimatický systém.

II.2. Volitelná část

Doktorand si vybere jeden z uvedených předmětů:

II.2.1 Numerické předpovědní metody

Typy parciálních diferenciálních rovnic používaných při formulaci meteorologických modelů (hyperbolické, parabolické a eliptické rovnice včetně okrajových úloh). Rovnice mělké vody, baroklinní modely. Matematická formulace meteorologických předpovědí, celokoulové modely a modely na omezené oblasti. Numerické řešení rovnic atmosférické dynamiky.

II.2.2 Fyzika oblaků a srážek

Fyzikální vlastnosti oblačných a srážkových částic, mikrofyzikální procesy v oblačích, dynamika vrstevnatých a konvekčních oblaků, mezosynoptické konvekční systémy, chemie oblaků a srážek, oblačná elektřina, využití meteorologických radiolokátorů při měření srážek.

II.2.3 Atmosférická optika a akustika

Rozptyl a absorpce elektromagnetického záření v atmosféře, výklad základních optických a akustických jevů v atmosféře, meteorologická aplikace radarů, sodarů a metod dálkového průzkumu.

II.2.4 Transport znečišťujících příměsí v atmosféře

Znečišťující příměsí a jejich zdroje, rozptyl znečištění, depozice na zemském povrchu, vymývání srážkami, základy chemismu atmosféry, chemie ozónu, monitoring znečištění ovzduší, metody měření emisí, modely šíření znečišťujících příměsí v různých prostorových měřítkách, ekologické důsledky znečišťování ovzduší.

II.2.5 Vyšší vrstvy atmosféry

Teplotní a chemická struktura stratosféry. Cirkulace ve stratosféře. Ozónová vrstva a její vývoj. Výměna mezi troposférou a stratosférou, role vlnových procesů. Role stratosféry v troposférických procesech. Vliv vulkanických erupcí a sluneční aktivity na stratosféru. Mezosféra, základní pojmy a procesy.

Doporučená literatura

- Andrews, D. G., Holton, J. R., Leovy, C. B.: **Middle Atmosphere Dynamics.** *Academic Press, New York, 1987.*
- Bigg, G. R.: **The Oceans and Climate.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1999.*
- Cotton, W. R., Anthes, R. A.: **Storm and Cloud–Dynamics.** *Int. Geoph. Series, vol. 44, Academic Press, New York, 1989.*
- Curry, J. A., Webster, P. J.: **Thermodynamics of Atmospheres and Oceans.** *Academic Press, New York, 1999.*
- Drikakis, D., Rider, W.: **High–Resolution Methods for Incompressible and Low–Speed Flows.** *Springer, Berlin, 2005.*
- Dutton, J. A.: **Dynamics of Atmospheric Motion.** *Dover, New York, 1995.*
- Holton, J. R.: **The Dynamic Meteorology of the Stratosphere and Mesosphere.** *Am. Met. Soc., Boston, 1975.*
- Houze Jr., R. A.: **Cloud Dynamics.** *International Geophysics Series, vol. 53, Academic Press, New York, 1993.*
- Jacobson, M. Z.: **Fundamentals of Atmospheric Modeling.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1999.*
- McGuffie, K., Henderson–Sellers, A.: **A Climate Modelling Primer.** *John Wiley & Sons, New York, 1999.*
- Mesinger, F., Arakawa, A.: **A Numerical Methods Used in Atmospheric Models.** *WMO–GARP Publications Series, no. 17, 1976.*
- Pedlosky, J.: **Geophysical Fluid Dynamics.** *Springer–Verlag, Berlin, 1995.*
- Pechala, F., Bednář, J.: **Příručka dynamické meteorologie.** *Academia, Praha, 1991.*
- Peixoto, J. P., Oort, A. H.: **Physics of Climate.** *American Inst. of Physics, New York, 1992.*
- Pruppacher, H. R., Klett, J. D.: **Microphysics of Clouds and Precipitation.** *Atmospheric and oceanographic sciences library, vol. 18, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 1997.*

Rayner, J. N.: *Dynamic Climatology*. Blackwell Publishers, Inc., Malden, Mass. USA, 2001.

Zverev, A. S.: *Synoptická Meteorológia*. Alfa-SNTL, Bratislava-Praha, 1986.

4F9 Subjaderná fyzika

Rada doktorského studijního oboru 4F9

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f9.htm>.

Zkušební komise K6

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk06.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F9

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.
Husinec – Řež č. p. 130, PSC 250 68
<http://www.ujf.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F9.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NJSF091	Seminář částicové a jaderné fyziky I	3	0/2 Z	—
NJSF092	Seminář částicové a jaderné fyziky II	3	—	0/2 Z
NJSF072	Elektroslabá interakce II	5	2/1 Zk	—
NJSF086	Kvarky, partony a kvantová chromodynamika	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF085	Základy teorie elektroslabých interakcí	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF075	Detektory pro fyziku vysokých energií	3	2/0 Zk	—

NJSF057	Od hledání původu za standardní model	3	—	2/0 Zk
NJSF063	Vybrané partie ze subjaderné fyziky	3	2/0 Zk	—
NJSF074	Experimentální prověrka standardního modelu II	3	2/0 Zk	—
NJSF077	Praktická fyzika vysokých energií	3	0/2 Z	—
NJSF080	Pravděpodobnost a stochastické procesy ve fyzice částic	3	2/0 Zk	—
NJSF082	Vybrané partie teorie kvantovaných polí I	5	3/0 Zk	—
NJSF083	Vybrané partie teorie kvantovaných polí II	5	—	3/0 Zk
NJSF062	Kvantová teorie pole I	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF098	Kvantová teorie pole II	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF068	Kvantová teorie pole I	9	4/2 Z+Zk	—
NJSF069	Kvantová teorie pole II	9	—	4/2 Z+Zk
NJSF100	Vybrané partie z teorie pole	3	2/0 Zk	—
NJSF030	Kvantová teorie pole při konečné teplotě	3	—	2/0 Zk
NJSF042	Praktická kvantová teorie pole	5	—	2/1 Z+Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Formální schema a základní postuláty kvantové teorie. Relace neurčitosti. Schrödingerova rovnice a její řešení pro jednoduché systémy v rámci nerelativistické kvantové mechaniky. Kvantování a skládání momentu hybnosti. Spin. Přibližné metody. Základy teorie rozptylu. Systémy identických částic. Symetrie v kvantové teorii. Základy speciální teorie relativity. Rovnice relativistické mechaniky a klasické teorie pole. Poincarého grupa. Relativistická kvantová mechanika. Kleinova–Gordonova a Diracova rovnice, jejich řešení pro volné částice a částice v elektromagnetickém poli. Základy kvantové teorie pole. Feynmanovy diagramy. Procesy kvantové elektro–dynamiky v nejnižším řádu. Diagramy s jednou uzavřenou smyčkou. Základní techniky regularizace a renormalizace.

II. Základy subjaderné fyziky

Detekční metody pro registraci elementárních částic. Systematika a měření charakteristik elementárních částic. Geneze současného standardního modelu mikrosvěta z experimentálního hlediska. Urychlovače částic a detektory. Kvarkový model. Partonový model. Evidence pro barvu. Základy kvantové chromodynamiky: interakční lagrangián, běžící vazbová konstanta. Evoluční rovnice. Experimentální testy kvantové chromodynamiky. Teoretické základy a experimentální testy standardního modelu elektroslabých interakcí. Neutrální a nabitě proudy. Vlastnosti intermediálních bosonů. Elementární procesy v nejnižším řádu. Narušení CP–invariance. Kobayashi–Maskawova matice. Oscilace neutrin.

Doporučená literatura

- Cahn, R., Goldhaber, G.: **Experimental foundations of particle physics.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1989.*
- Ferbel, T.: **Experimental techniques in high energy nuclear and particle physics.** *World Scientific, Singapore, 1991.*
- Formánek, J.: **Úvod do kvantové teorie.** *Academia, Praha, 2004.*
- Formánek, J.: **Úvod do relativistické kvantové mechaniky a kvantové teorie pole.** *Karolinum, Praha, 2000.*
- Hořejší, J.: **Fundamentals of electroweak theory.** *Karolinum, Praha, 2002.*
- Cheng, T.-P., Li, L.-F.: **Gauge theory of elementary particle physics.** *Clarendon Press, Oxford, 1984.*
- Itzykson, C., Zuber, J.-B.: **Quantum field theory.** *McGraw-Hill, New York, 1980.*
- Leo, W. R.: **Techniques for nuclear and particle physics experiments.** *Springer, Berlin, 1994.*
- Peskin, M., Schroeder, D.: **An Introduction to quantum field theory.** *Addison-Wesley, Reading, 1995.*
- Weinberg, S.: **The quantum theory of fields I, II.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995, 1996.*
- Žáček, J.: **Úvod do fyziky elementárních částic.** *Karolinum, Praha, 2005.*

4F10 Jaderná fyzika

Rada doktorského studijního oboru 4F10

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f10.htm> .

Zkušební komise K6

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk06.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F10

- Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.
Husinec – Řež č. p. 130, PSC 250 68
<http://www.ujf.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn.obor&fak=11320&obor=F10 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NJSF024	Jaderné analytické metody	3	2/0 Zk	—
NJSF132	Teorie nanoscale systémů I	3	2/0 Zk	—
NJSF133	Teorie nanoscale systémů II	3	—	2/0 Zk
NJSF056	Problém mnoha těles ve struktuře jádra	3	2/0 Zk	—
NJSF031	Klasický a kvantový chaos	3	—	2/0 Zk
NJSF085	Základy teorie elektroslabých interakcí	6	—	2/2 Z+Zk
NJSF086	Kvarky, partony a kvantová chromodynamika	6	—	2/2 Z+Zk
NMAF020	Pravděpodobnost a matematická statistika	5	2/0 Zk	—
NJSF058	Jaderné reakce s těžkými ionty	3	2/0 Zk	—
NJSF041	Aplikovaná jaderná fyzika	6	4/0 Zk	—
NJSF070	Urychlovače nabitých částic	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce*I. Kvantová teorie*

Teorie maločásticových systémů (dvoučásticový a tříčásticový problém v kvantové mechanice). Teorie mnohočásticových systémů, druhé kvantování, soustavy identických částic, variační metody, metoda selfkonzistentního pole. Střední pole a zbytkové interakce, párové korelace, HFB, TDA, RPA. Teorie rozptylu. Poruchové teorie. Relativistické rovnice (Kleinova–Gordonova, Diracova). Kvantová teorie pole (lagranžiany volných a interagujících polí, kvantování polí, interagující pole, S matice, Feynmanovy diagramy, účinné průřezy).

II. Fyzika jádra a jaderných reakcí

Symetrie a zákony zachování v jaderné fyzice. Jaderné síly, malonukleonové systémy (deuteron), charakteristiky jader (rozměry, tvar, typy spekter atd.). Stupně volnosti jaderného pohybu (jednočásticové a kolektivní stupně volnosti — vibrace a rotace jader). Elektromagnetické přechody a momenty v jádře (absolutní a redukováná pravděpodobnost přechodu, koeficient míchání multipolarit a typů přechodu, konverzní koeficienty). Beta přechody v jádře (spektrum, veličina log ft, helicity vzniklých částic, nezachování parity, V–A teorie, Fermiho a Gamowovy–Tellerovy přechody). Alfa přechody (spektrum, pravděpodobnost alfa přechodů, rozpadové řady). Základní pojmy a mechanismy jaderných reakcí (účinný průřez a jeho souvislost s S maticí, Lippmannova–Schwingerova rovnice, Bornova řada, reakce jdoucí přes složené jádro, přímé jaderné reakce: PWBA, DWBA, metoda vázaných kanálů, optický model). Štěpení jader a princip jaderných reaktorů. Jaderná astrofyzika.

III. Experimentální metody jaderné fyziky

Průchod nabitých částic, neutronů a fotonů prostředím. Detektory a spektrometry jaderného záření. Měření časových a úhlových korelací. Urychlovače nabitých částic a zdroje neutronů. Základní dozimetrické jednotky a pojmy.

IV. Subjaderná fyzika

Klasifikace částic, vlastnosti jednotlivých skupin částic. Multiplety a supermultiplety mezonů a baryonů. Zákony zachování ve fyzice částic, experimentální testy C, P a T invariance. Partony, pružný a nepružný rozptyl elektronů na hadronech, strukturální funkce. Kvarkový model, vázané stavy kvarků, mezony a baryony. Základní ideje kvantové elektrodynamiky. Slabá interakce (základní ideje standardního modelu). Základní ideje kvantové chromodynamiky.

Doporučená literatura

- Formánek, J.: **Úvod do kvantové teorie**. *Academia, Praha, 1983.*
 Formánek, J.: **Úvod do relativistické kvantové mechaniky a kvantové teorie pole 2a a 2b**. *Karolinum, Praha, 2000.*
 Greiner, W., Maruhn, J. A.: **Nuclear Models**. *Springer-Verlag, New York, 1996.*
 Griffiths, D.: **Introduction to Elementary Particles**. *Wiley, New York, 1987.*
 Heyde, K.: **Basic Ideas and Concepts in Nuclear Physics**. *Institute of Physics Publishing, London, 1994.*
 Heyde, K.: **The Nuclear Shell Model**. *Springer-Verlag, New York, 1994.*
 Knoll, G. F.: **Radiation Detection and Measurement**. *Wiley, New York, 2000.*
 Leo, W. R.: **Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments**. *Springer-Verlag, New York, 1994.*
 Mandl, F., Shaw, G.: **Quantum Field Theory**. *Wiley, New York, 1988.*
 Nilsson, S. G., Ragnarsson, I.: **Shapes and Shells in Nuclear Structure**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*
 Ring, I. P., Schuck, P.: **The Nuclear Many-Body Problem**. *Springer-Verlag, New York, 1980.*

4F11 Matematické a počítačové modelování

Anotace oboru

Na rozdíl od jiných programů doktorského studia je obor 4F11 kombinovaný mezi matematikou a fyzikou. Je zaměřen na modelování ve fyzice pevných látek, kapalin, plynů a plazmatu, případně s aplikacemi ve vědě o materiálech, biologii a v lékařství. Podle tématu doktorské práce se lze věnovat buď kontinuálnímu, částicovému nebo hybridnímu modelování, s akcenty buď v matematice či fyzice. Kontinuální modelování je zaměřeno na studium modelů mechaniky a termodynamiky kontinua jak tekutin (tedy kapalin nebo plynů) tak tuhých látek, či související matematikou a numerickou analýzou odpovídajících systémů parciálních diferenciálních rovnic a případně na jejich numerické řešení. Částicové a hybridní modelování je zaměřeno na studium makromolekul, tenkých vrstev a povrchů a na studium nízkoteplotního a vysokoteplotního plazmatu v úzké vazbě na experimentální data, často s cílem pomoci při interpretaci získaných experimentálních výsledků a vývoji nových diagnostických metodik.

Rada doktorského studijního oboru 4F11

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f11.htm>.

Zkušební komise K3

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk03.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F11

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F11.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMOD001	Matematické metody v mechanice tekutin pro doktorandy	6	2/0 —	2/0 Zk
NDIR065	Regularita řešení Navier-Stokesových rovnic	3	2/0 Zk	—
NDIR142	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice pro doktorandy I	3	2/0 Zk	—
NDIR143	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice pro doktorandy II	3	—	2/0 Zk
NDIR051	Diferenciální rovnice pro pokročilé	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM131	Vybrané kapitoly z numerické lineární algebry 1	3	2/0 Zk	—
NNUM231	Vybrané kapitoly z numerické lineární algebry 2	3	—	2/0 Zk
NNUM080	Matematická teorie tvarové optimalizace pro doktorandy I	3	2/0 Zk	—
NNUM081	Matematická teorie tvarové optimalizace pro doktorandy II	3	—	2/0 Zk
NMOD014	Úvod do teorie optimalizace	3	2/0 Zk	—
NDIR066	Matematická analýza rovnic stlačitelného proudění	3	2/0 Zk	—
NMOD042	Matematická analýza modelů termodynamiky nenewtonovských tekutin	3	—	2/0 Zk

NMOD140	Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek pro doktorandy 1	3	2/0 Zk	—
NMOD043	Teorie směsí	3	—	2/0 Zk
NMOD036	Biotermodynamika	6	2/2 Z+Zk	—
NNUM070	Metoda konečných objemů pro stlačitelné proudění	3	2/0 Zk	—
NNUM066	Pokročilé partie metody konečných prvků	3	2/0 Zk	—
NEVF160	Moderní počítačová fyzika I	5	2/1 KZ	—
NEVF161	Moderní počítačová fyzika II	5	—	2/1 KZ
NEVF526	Počítačová fyzika I	6	2/2 Z	—
NEVF532	Počítačová fyzika II	6	—	2/2 Zk
NEVF523	Numerické metody počítačové fyziky I	6	2/2 Zk	—
NEVF529	Numerické metody počítačové fyziky II	6	—	2/2 Zk
NEVF525	Fyzika plazmatu a počítačové modelování v plazmatu I	6	2/2 Z	—
NEVF531	Fyzika plazmatu a počítačové modelování v plazmatu II	6	—	2/2 Zk
NPRF036	Moderní metody počítačové fyziky	3	1/1 Z	—
NEVF524	Seminář počítačové fyziky I	3	0/2 Z	—
NEVF530	Seminář počítačové fyziky II	3	—	0/2 Z
NPRF001	Programování ve Fortranu a zpracování dat	5	—	2/1 Z+Zk
NPRF005	UNIX pro fyziky	3	2/0 Z	—
NPRF006	Pokročilé metody programování	3	1/1 Z	—
NBCM316	Počítačové modelování biomolekul	5	1/2 Z+Zk	—
NEVF114	Fyzika tenkých vrstev I	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Zkouška se skládá ze čtyř částí:

- I — Základy moderní matematiky (výběr jedné až tří oblastí I.1 až I.4)
- II — Základy moderní fyziky (výběr jedné až tří oblastí II.1 až II.4)
- III — Pokročilé kapitoly (výběr jedné z oblastí III.1 až III.3)
- IV — Speciální kapitoly

Celkem je třeba zvolit tři až čtyři oblasti z částí I+II.

I. Základy moderní matematiky

I.1. Vybrané partie matematické analýzy

Teorie míry a integrálu, Fourierovy řady, věta o implicitních funkcích. Existenční teorie pro systémy obyčejných diferenciálních rovnic, kvalitativní vlastnosti. Základy teorie disipativních dynamických systémů.

I.2. Základy numerických metod

Numerické metody lineární algebry, interpolace a aproximace funkcí, metody numerické integrace, řešení nelineárních rovnic a jejich soustav, soustava diferenčních rovnic, numerické řešení obyčejných diferenciálních rovnic, optimalizační metody.

I.3. Lineární funkcionální analýza

Metrické prostory, vektorové prostory, normované lineární prostory, teorie lineárních operátorů, Hilbertovy a Banachovy prostory, spojité lineární funkcionály, Hahn–Banachova věta, Fredholmovy věty, řešení integrálních rovnic, Lebesgueovy prostory a jejich duály.

I.4. Lineární parciální diferenciální rovnice

Lineární rovnice prvního řádu, metoda charakteristik, formulace základních úloh pro jednotlivé typy rovnic 2. řádu, jejich řešitelnost, vlastnosti harmonických funkcí, rovnice vedení tepla, vlnová rovnice, integrální transformace. Sobolevovy a Bochnerovy prostory, moderní teorie lineárních parciálních diferenciálních rovnic.

II. Základy moderní fyziky

II.1. Mechanika kontinua

Tenzorová mechanika kontinua, tenzor velké deformace, infinitezimální deformace. Tenzor napětí, konstituční vztahy, princip objektivity, materiálová symetrie. Ideální newtonovské viskoelastické vlastnosti a nenewtonovské tekutiny, elastické a viskoelastické pevné látky. Bilanční rovnice, rovnice mechaniky tekutin, věta o transportu, okrajové podmínky, formulace okrajových úloh, zjednodušené modely.

II.2. Termodynamika

Základní zákony termodynamiky. Termodynamické veličiny, stav systému – I. zákon termodynamiky, termodynamický proces, entropie – II. zákon termodynamiky. Důsledky principu časové nevrátlosti procesů a principu maximální pravděpodobnosti stavu, konstituční vztahy pro termoviskoelastické těleso, termoviskoelastickou tekutinu a termodynamické podmínky stability jejich stavu. Klasická nerovnovážná termodynamika, zobecněná definice entropie pro lokálně nerovnovážné stavy.

II.3. Kvantová teorie

Základní pojmy a postuláty kvantové mechaniky. Schrödingerova rovnice, relace neurčitosti, jednočásticové a dvoučásticové problémy, lineární harmonický oscilátor, částice v potenciálové jámě, přibližné metody kvantové mechaniky, spin. Kvantová teorie pevných látek a molekul.

II.4. Statistická fyzika

Soubory ve statistické fyzice. Liouvilleova rovnice, mikrokanonický, kanonický a velký kanonický soubor, Maxwellovo–Boltzmanovo, Fermiho–Diracovo a Boseovo–Einsteinovo rozdělení, záření černého tělesa, stavová rovnice plynů.

III. Pokročilé kapitoly

III.1. Metody moderní matematické analýzy

Nelineární funkcionální analýza, moderní teorie vybraných nelineárních parciálních diferenciálních rovnic a parciálních diferenciálních nerovnic, matematická teorie mechaniky tuhých těles a mechaniky tekutin, základy optimalizace.

III.2. Numerická matematika

Metoda konečných prvků (konformních i nekonformních), metoda sítí, metoda konečných objemů.

III.3. Metody počítačové fyziky

Spojité a částicové modelování — metoda Monte Carlo, metoda molekulární dynamiky, spojité modelování, hybridní modelování. Algebraické manipulace, integrální transformace, počítačová grafika, zpracování obrazu, vizualizace, pokročilé metody programování, pokročilé metody počítačové fyziky — wavelety, použití neuronových sítí ve fyzice, evoluční modelování. Základy paralelizace výpočtů.

IV. Speciální kapitoly

Požadavky budou stanoveny vždy podle tématu doktorské práce na základě individuálního plánu každého doktoranda.

Doporučená literatura

- Addison, P. S.: **The Illustrated Wavelet Transform Handbook**. *Institute of Physics Publishing, Bristol, 2002.*
- Callen, H. B.: **Thermodynamics and an introduction to thermostatics**. *John Wiley & Sons, New York, 1985.*
- Ciarlet, P. G., Lions, J.L. (eds.): **Finite Element Methods. Handbook of Numerical Analysis, part 1**. *3rd ed. North-Holland-Elsevier, 2007.*
- Davydov, S.: **Kvantová mechanika**. *SPN, Praha, 1978.*
- Elman, H., Silvester, D., Wathen, A.: **Finite Elements and Fast Iterative Solvers (with applications in incompressible fluid dynamics)**. *Oxford Science Publications, Oxford University Press, Oxford, 2008.*
- Evans, L.: **Partial Differential Equations**. *AMS, 1998.*
- Feireisl, E., Novotný, A.: **Singular Limits in Thermodynamics of Viscous Fluids**. *Advances in Mathematical Fluid Mechanics, Birkhäuser Basel, 2009.*
- Feireisl, E.: **Dynamics of viscous compressible fluids**. *Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications, 26. Oxford University Press, Oxford, 2004.*
- Feistauer, M., Felcman, J., Straškraba, I.: **Mathematical and computational methods for compressible flow**. *Numerical Mathematics and Scientific Computation. The Clarendon Press-Oxford University Press, Oxford, 2003.*
- Feistauer, M.: **Mathematical Methods in Fluid Mechanics**. *Longman Scientific and Technical Series, Harlow, 1993.*
- Gershenfeld, N.: **The Nature of Mathematical Modelling**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1999.*
- Gurtin, M. E.: **An introduction to continuum mechanics**. *Mathematics in Science and Engineering, 158. Academic Press, Inc., New York-London, 1981.*
- Haille, J. M.: **Molecular Dynamics Simulation: Elementary Methods**. *J. Willey, New York, 1992.*

- Hockney, R. W., Eastwood, J. W.: **Computer Simulation Using Particles.** *Taylor & Francis, New York, 1988*
- Hrach, R.: **Počítačová fyzika I.** *PF UJEP, Ústí nad Labem, 2003.*
- Hrach, R.: **Počítačová fyzika II.** *PF UJEP, Ústí nad Labem, 2004.*
- Chadwick, P.: **Continuum Mechanics: Concise Theory and Problems.** *2nd ed. Dover Publications, Dover, 1999.*
- Chen, F. F.: **Introduction to Plasma Physics and Controlled Fusion.** *Springer, New York, 2006.*
- Kvasnica, J.: **Statistická fyzika.** *Academia, Praha, 1983.*
- Landau, D. P., Binder, K.: **A Guide to Monte Carlo Simulation in Statistical Physics.** *Cambridge University Press, Cambridge, 2005.*
- Lukeš, J.: **Zápisky z funkcionální analýzy.** *MFF UK, Karolinum, 1998.*
- Málek, J., Nečas, J., Rokyta, M., Růžička, M.: **Weak and Measure-valued solutions to evolutionary equations.** *Chapmann & Hall, 1996.*
- Málek, J., Rajagopal, K.R.: **Mathematical issues concerning the Navier–Stokes equations and some of its generalizations.** *Evolutionary equations, vol. II, p. 371–459, Handb. Differ. Equ., ed. C.M. Dafermos, E. Feireisl. Elsevier/North–Holland, Amsterdam, 2005.*
- Maršík, F., Dvořák, I.: **Bietermodynamika.** *Academia, Praha, 1998.*
- Maršík, F.: **Termodynamika kontinua.** *Academia, Praha, 1999.*
- Nezbeda, I., Kolafa, J., Kotrla, M.: **Počítačové simulace.** *MFF UK, Praha, 1998.*
- Novotný, A., Straškraba, I.: **Introduction to the mathematical theory of compressible flow.** *Oxford Lecture Series in Mathematics and its Applications, 27. Oxford University Press, Oxford, 2004.*
- Perthame, B.: **Transport equations in biology.** *Frontiers in Mathematics. Birkhäuser Verlag, Basel, 2007.*
- Phan–Thien, N.: **Understanding Viscoelasticity.** *Springer, 2002.*
- Pratt, W. K.: **Digital Image Processing.** *Wiley, New York, 1991.*
- Press, W. H. et al.: **Numerical Recipes — The Art of Scientific Computing.** *3rd ed. Cambridge University Press, Cambridge, 2007.*
- Rapaport, D. C.: **The Art of Molecular Dynamics Simulations.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*
- Roubíček, T.: **Nonlinear Partial Differential Equations with Applications.** *Birkhäuser, Basel, 2005.*
- Spencer, A. J. M.: **Continuum Mechanics.** *Dover Books on Physics, Dover Publications, Dover, 2004.*
- Temam, R.: **Navier–Stokes equations and nonlinear functional analysis.** *2nd ed. CBMS–NSF Regional Conference Series in Applied Mathematics, 66. Society for Industrial and Applied Mathematics (SIAM), Philadelphia, PA, 1995.*
- Temam, R.: **Navier–Stokes equations. Theory and numerical analysis.** *Reprint of the 1984 edition. AMS Chelsea Publishing, Providence, RI, 2001.*
- Zeidler, E.: **Applied Functional Analysis.** *Springer–Verlag, Berlin, 1995.*
- Zeidler, E.: **Nonlinear Functional Analysis and its Applications, vol. I–V.** *Springer–Verlag, Berlin, 1986–1995.*

4F12 Didaktika fyziky a obecné otázky fyziky

Rada doktorského studijního oboru 4F12

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f12.htm>.

Zkušební komise K1

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk01.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F12

- Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.
Fričova 298, 251 65 Ondřejov
<http://www.asu.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F12.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDFY029	Problémy fyzikálního vzdělávání	3	0/2 Z	—
NDFY054	Moderní trendy ve fyzikálním vzdělávání	3	—	0/2 Z
NDFY064	Doktorandský seminář f12 I	1	0/1 Z	—
NDFY065	Doktorandský seminář f12 II	1	—	0/1 Z
NDFY066	Fyzikální obraz světa II	3	—	0/2 Z
NPOZ007	Filozofické problémy fyziky	2	0/1 Z	0/1 Z
NDFY071	Úvod do řešeršní a výzkumné činnosti I	1	0/1 Z	—
NDFY072	Úvod do řešeršní a výzkumné činnosti II	1	—	0/1 Z
NDFY042	Vývoj fyzikálních experimentů	3	0/2 Z	—
NDFY070	Vývoj fyzikálních experimentů II	3	—	0/2 Z
NDFY068	Fyzika v kulturních dějinách lidstva I	3	2/0 Zk	—
NDFY069	Fyzika v kulturních dějinách lidstva II	3	—	2/0 Zk
NPED040	Úvod do metodologie pedagogických a didaktických výzkumů	3	0/2 Z	—

NPED041	Metody pedagogického a didaktického výzkumu	3	—	2/0 Zk
NDFY067	Současné trendy pedagogiky a didaktiky fyziky	3	—	0/2 Z
NDPP001	Doktorský seminář z pedagogiky a psychologie I	3	0/2 Z	—
NDPP002	Doktorský seminář z pedagogiky a psychologie II	3	—	0/2 Z
NPSY001	Psychologie učitelství	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Zkouška se skládá ze tří částí I. Širší základ, II. Partie fyziky související s tématem dizertační práce, III. Specializace.

I. Širší základ

1. Zákony zachování ve fyzice, rovnice kontinuity. 2. Prostor a čas, inerciální a neinerciální systémy, speciálně relativistická kinematika a dynamika. 3. Energie, hybnost a moment hybnosti v různých oblastech fyziky. 4. Popis dynamiky různých systémů (pohybové rovnice, variační formulace fyzikálních zákonů, rovnice pole). 5. Oscilátor v klasické i kvantové fyzice. 6. Základy klasické elektrodynamiky (budování teorie z experimentů i deduktivní vyvození z Maxwellových rovnic). 7. Potenciály a jejich význam ve fyzice. 8. Vlnění (mechanické i elektromagnetické, vlastnosti, šíření, buzení). 9. Interakce elektromagnetického záření s hmotou (na klasické i kvantové úrovni). 10. Zákony specifické pro mikrovět (kvantový popis, základní představy jaderné a částicové fyziky, aplikace). 11. Základní principy a aplikace termodynamického a statistického popisu. 12. Makroskopické vlastnosti látek a jejich mikroskopický výklad. 13. Měření fyzikálních veličin (veličiny a jejich jednotky, metody měření, základní fyzikální konstanty a jejich měření). 14. Fyzikální podstata jevů z běžného života a technické praxe (schopnost teorií vysvětlit pozorované jevy, aplikace výsledků fyziky). 15. Meze platnosti fyzikálních teorií (vztah klasické, kvantové a relativistické fyziky, další příklady typu elektrostatika — elektrodynamika).

Předpokládá se obecný přehled fyziky v duchu Feynmanova kursu. K tomu patří vysvětlení souvislosti základních fyzikálních zákonitostí a jejich důsledků s experimentálními výsledky a aplikacemi. Důraz je kladen i na schopnost vyložit dané téma také elementárnějšími prostředky.

II. Partie fyziky související s tématem dizertační práce

Vzhledem k šíři tematiky prací spadajících do daného oboru stanoví Rada doktorského studijního oboru požadavky pro každého uchazeče individuálně. V této části zkoušky musí uchazeč prokázat hlubší fyzikální vhled do zvolené části fyziky související s tématem jeho dizertační práce.

III. Specializace

Ve specializaci si uchazeč vybírá v návaznosti na téma dizertační práce jedno ze zaměření oboru: a) Didaktika fyziky, b) Filozofie a metodologie fyziky, c) Historie fyziky.

Uchazeč musí prokázat celkový přehled v dané oblasti, umět vysvětlit její výchozí diskuse, základní pojmy a jejich souvislosti (včetně vazby na jednotlivé obory fyziky), metody práce, nejdůležitější výsledky. V případě didaktiky fyziky i jejich aplikace ve

vzdělávání, např. stanovování cílů výuky, volba metod výuky, metody řešení úloh, didaktické funkce experimentu a hodnocení výsledků výuky.

Rozsah je dán níže uvedenou literaturou. V návaznosti na konkrétnější zaměření dizertační práce může Rada doktorského studijního oboru požadavky z oblasti specializace upravit pro každého uchazeče individuálně.

Doporučená literatura

- Bell, J.: **Doing your research project: a guide for first-time researchers in education, health and social science.** *Open University Press, Maidenhead, 2005.*
- Bennett, J.: **Teaching and Learning Science. A Guide to Recent Research and its Applications.** *Continuum, London–New York, 2003.*
- Bertrand, Y.: **Soudobé teorie vzdělávání.** *Český překlad Portál, Praha, 1998.*
- Brdička, M., Hladík, A.: **Teoretická mechanika.** *Academia, Praha, 1987.*
- Disman, M.: **Jak se vyrábí sociologická znalost.** *Karolinum, Praha, 1998.*
- Fenclová, J.: **Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky.** *SPN, Praha, 1984.*
- Fenclová, J.: **Úvod do teorie a metodologie didaktiky fyziky.** *SPN, Praha, 1982.*
- Ferjenčík, J.: **Úvod do metodologie psychologického výzkumu.** *Portál, Praha, 2000.*
- Feynman, R. P. a kol.: **Feynmanovy přednášky z fyziky 1–3.** *Český překlad Fragment, Havlíčkův Brod, 2000–2002.*
- Gavora, P.: **Úvod do pedagogického výzkumu.** *Paido, Brno, 2000.*
- Hajko, V. a kol.: **Fyzika v experimentoch.** *Veda, Bratislava, 1987.*
- Hendl, J.: **Úvod do kvalitativního výzkumu.** *Unitisk, Praha, 1999.*
- Chráška, M.: **Didaktické testy.** *Paido, Brno, 1999.*
- Chráška, M.: **Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu.** *Grada, Praha, 2007.*
- Kerlinger, F. N.: **Základy výzkumu chování.** *Academia, Praha, 1972.*
- Kittel, Ch.: **Úvod do fyziky pevných látek.** *Český překlad Academia, Praha, 1985.*
- Kragh, H.: **Quantum generations: a history of physics in the twentieth century.** *Princeton University Press, Princeton, 2002.*
- Kuhn, T. S.: **Struktura vědeckých revolucí.** *OIKOYMENH, Praha, 1997.*
- Kvasnica, J.: **Teorie elektromagnetického pole.** *Academia, Praha, 1985.*
- Nezvalová, D.: **Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Úvodní studie.** *Vydavatelství UP, Olomouc, 2006.*
- Pelikán, J.: **Základy empirického výzkumu pedagogických jevů.** *Karolinum, Praha, 1998.*
- Pišút, J., Gomolčák, L., Černý, V.: **Úvod do kvantovej mechaniky.** *Alfa, Bratislava, 1983.*
- Popper, K.: **Logika vědeckého zkoumání.** *OIKOYMENH, Praha, 1998.*
- Průcha, J.: **Moderní pedagogika.** *Portál, Praha, 2002.*
- Strauss, A., Corbinová, J.: **Základy kvalitativního výzkumu.** *Albert, Brno, 1999.*

Volf, I.: **Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice.** *Gaudeamus, Hradec Králové, 1997.*

Zajac, R., Pišút, J., Šebesta, J.: **Historické pramene súčasnej fyziky 2.** *Univerzita Komenského, Bratislava, 1997.*

Zajac, R., Šebesta, J.: **Historické pramene súčasnej fyziky 1.** *Alfa, Bratislava, 1990.*

4F13 Fyzika nanostruktur

Rada doktorského studijního oboru 4F13

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-f13.htm> .

Zkušební komise K7

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk07.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4F13

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.
Na Slovance 2, 182 21 Praha 8
<http://www.fzu.cz/vitej.php>
- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.
Chaberská 57, 182 51 Praha 8
<http://www.ufe.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=F13 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEVF534	Fyzika nízkodimenzionálních struktur	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NFPL199	Fyzikální metody studia nanostruktur	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NEVF535	Nanomateriály: příprava, vlastnosti a aplikace	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NEVF533	Fyzikální metody technologie nanostruktur	3	2/0 Zk	2/0 Zk

NFPL187	Seminář — Nanomateriály: Fyzika, technologie, využití I	3	0/2 Z	—
NFPL188	Seminář — Nanomateriály: Fyzika, technologie, využití II	3	—	0/2 Z

Seznam požadavku ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

I.1. Strukturální vlastnosti a dynamika mřížky

Krystalografie 3D a 2D krystalových mřížek, povrchová relaxace a rekonstrukce, typy vazeb. Fonony, povrchové fononové stavy. Mechanické vlastnosti nanostruktur, plastická a elastická deformace

I.2. Elektronová struktura, optické a magnetické vlastnosti

Elektrony v periodickém prostředí, pásová struktura, chemická vazba. Transportní vlastnosti, rovnice kontinuity, transportní rovnice, relaxační doby, mechanismy rozptylu. Povrchové elektronové stavy, výstupní práce, elektronové stavy v nízkodimenzionálních systémech. Teorie lineární odezvy, optické přechody, "quantum confinement effect". Magnetické vlastnosti nízkodimenzionálních struktur

II. Fyzikální základy oboru

II.1. Základy technologie

Fyzikální a chemické metody růstu tenkých vrstev a nanočástic. Metody přípravy nanostruktur použité v dizertační práci. Klasická teorie nukleace, teorie rustu tenkých vrstev, procesy samouspořádání.

II.2. Metody analýzy nanostruktur

Difrakční metody (rtg a elektronová difrakce, neutronový rozptyl), elektronová mikroskopie, iontová mikroskopie, metody AFM, STM a jiné rastrovací metody. Metody povrchové elektronové a iontové spektroskopie (UPS, XPS, AES aj.), optické metody studia nanostruktur (UV–VIS–IR spektroskopie, elipsometrie, Ramanův rozptyl, nelineární optická spektroskopie) transportní metody, elektrické metody (el. vodivost, potenciostatické, potenciodynamické metody) a další experimentální techniky podle zaměření doktorské práce.

Doporučená literatura

Bhushan, B. (ed.): **Springer Handbook of Nanotechnology**. 2nd ed. Springer, 2007.

Bimberg, D. et al.: **Quantum Dot Heterostructures**. J. Wiley, 1999.

Delerue, C., Lannoo, M.: **Nanostructures, theory and modeling**. Springer, 2004.

Edelstein, A. S., Cammarata, R.: **Nanomaterials, Synthesis, Properties and Application**. Inst. of Physics Publishing, 1996.

Frank, L., Král, J.: **Metody analýzy povrchu, iontové, sondové a speciální techniky**. Academia, Praha, 2002.

Gabrys, B. J. (ed.): **Applications of Neutron Scattering to Soft Condensed Matter**. Gordon and Breach Science Publisher, 2000.

Grundmann, M.: **Nano-optoelectronics**. Springer, 2002.

Guozhong, C.: **Nanostructures and Nanomaterials**. Imp. Coll. Press, 2004.

- Herman, M. A., Richter, W., Sitter, H.: **Epitaxy: Physical Principles and Technical Implementation.** *Springer, 2004.*
- Hirsch, P.: **Electron Microscopy of Thin Crystals.** *R. E. Krieger Publishing, 1977.*
- Lowe, T. C., Valiev, R. Z. (eds.) **Investigations and Applications of Severe Plastic Deformation.** *NATO Science Series 80, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, 2000.*
- Lu, G. Q., Zhao, X. S.: **Nanoporous Materials Science and Engineering.** *Imperial College Press, 2004.*
- Michely, T., Krug, J.: **Atoms, Mounds and Atoms, Patterns and Processes in Crystal Growth Far from Equilibrium.** *Springer, 2004.*
- Mills, D. J., Bland, J. A. C. (eds): **Nanomagnetism.** *Elsevier, 2006.*
- Ozin, G. A., Arsenault, A. C.: **Nanochemistry.** *RSC Publ., 2005.*
- Pietsch, U. et al.: **High-resolution x-ray scattering from thin films and nanostructures.** *Springer, 2004.*
- Reich, S., Thomsen, C., Maultzsch, J.: **Carbon Nanotubes.** *J. Wiley, 2003.*
- Roe, R.-J.: **Methods of x-ray and Neutron Scattering in Polymer Science.** *Oxford University Press, Oxford, 2000.*
- Shchukin, V. A., Ledentsov, N. N., Bimberg, D.: **Epitaxy of Nanostructures.** *Springer, 2004.*
- Venables, J. A.: **Introduction to Surface and Thin Film Processes.** *Cambridge University Press, Cambridge, 2000.*
- Williams, D. B., Carter, C. B.: **Transmission Electron Microscopy, a Textbook for Material Science.** *Plenum Press, New York, 1996.*
- Wolf, E. L.: **Nanophysics and Nanotechnology, An Introduction to Modern Concepts in Nanoscience.** *Wiley-VCH, Berlin, 2006.*

Studijní program INFORMATIKA

Oborová rada doktorského studijního programu Informatika

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/ors.htm#nor4-i> .

4I1 Teoretická informatika

Rada doktorského studijního oboru 4I1

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-i1.htm> .

Zkušební komise K2

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk02.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4I1

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8
<http://www.cs.cas.cz/>
- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 4/1143, 182 08 Praha 8
<http://www.utia.cas.cz/czech-info/>
- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=I1 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NDMI018	Aproximační a online algoritmy	3	—	2/1 Z+Zk
NDMI025	Pravděpodobnostní algoritmy	3	—	2/1 Z+Zk
NTIN050	Seminář z výpočetní složitosti	3	0/2 Z	0/2 Z
NAIL076	Logické programování I	3	2/0 Zk	—
NAIL077	Logické programování II	3	—	2/0 Zk
NAIL078	Lambda-kalkulus a funkcionální programování I	5	2/1 Z+Zk	—
NAIL079	Lambda-kalkulus a funkcionální programování II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN088	Algoritmická náhodnost I	3	2/0 Zk	—
NTIN089	Algoritmická náhodnost II	3	—	2/0 Zk
NAIL013	Aplikace teorie neuronových sítí	3	—	2/0 Zk
NAIL026	Teoretické otázky neuronových sítí — aproximace	3	2/0 Zk	—
NAIL021	Booleovské funkce a jejich aplikace	3	2/0 Zk	—
NAIL031	Reprezentace booleovských funkcí	3	2/0 Zk	—
NTIN081	Strukturální složitost I	3	2/0 Zk	—
NTIN082	Strukturální složitost II	3	—	2/0 Zk
NTIN006	Algebraické algoritmy	3	2/0 Zk	—
NOPT042	Programování s omezujícími podmínkami	5	2/1 Zk	—
NAIL071	Plánování a rozvrhování	3	—	2/0 Zk
NAIL029	Strojové učení	3	2/0 Zk	—
NAIL025	Evoluční algoritmy I	6	2/2 Z+Zk	—
NDBI029	Statistické aspekty dobývání znalostí z dat	3	—	1/1 Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Pro obor 4I1 Teoretická informatika jsou povinná tři témata z uvedených okruhů, z toho jedno téma povinně z okruhů 1. a 2., a téma profilující podle dohody se školitelem:

1. Logika, algebra

Výrokový a predikátový počet, syntax a sémantika, jejich vztah. Formální systémy, Elementární aritmetika, Peanova aritmetika, úplná aritmetika, Presburgerova aritmetika, bezspornost a úplnost, Goedelovy věty. Turingovy stroje. Algoritmicky nerozhodnutelné problémy, nerozhodnutelnost predikátové logiky, nerozhodnutelnost bezsporných rozšíření elementární aritmetiky. Nedefinovatelnost pravdy v aritmetice. Věty o rekurzi. Teorie formálních jazyků a konečné automaty. Vybrané algebraické struktury, univerzální algebry. Úvod do teorie modelů, standardní model aritmetiky, existence ne-standardních modelů aritmetiky, algebraické specifikace programů.

2. Teorie složitosti

Modely sekvenčních a paralelních počítačů. Booleovské formule a obvody, větvení se programy. Míry složitosti. Nedeterministické, alternující a interaktivní výpočty. Třídy složitosti, redukce a úplné úlohy, polynomiální hierarchie. Výrokové kalkuly a jejich složitost. Dolní odhady pro explicitní funkce a formule. Náhodnost a pseudonáhodnost. Komunikační složitost a její aplikace.

3. Diskrétní matematika

Teorie grafů, grafové algoritmy. Lineární programování a dualita. Základy teorie her, typy her, jejich řešení. Kombinatorické principy a jejich aplikace. Extremální problémy v kombinatorice. Pravděpodobnostní metody v kombinatorice. Samoopravné kódy.

4. Algoritmy

Deterministické, pravděpodobnostní a paralelní algoritmy. Návrh efektivních algoritmů a jejich analýza. Efektivní datové struktury a jejich analýza. Efektivní algoritmy pro lineární programování a jejich aplikace. Metody pro řešení obtížných úloh: aproximační algoritmy, schémata a heuristické metody. Základní kryptografické protokoly.

5. Umělá inteligence

Automatické dokazování, rezoluční metoda, dokazování v rovnostních teoriích. Deklarativní programovací jazyky. Reprezentace znalostí, práce s neurčitostí, multiagentní systémy, strojové učení, metody pro dobývání znalostí. Kognitivní systémy. Prohledávání stavového prostoru, metaheuristiky a jejich příklady a aplikace, lokální prohledávání. Plánování, splňování podmínek, booleovská splnitelnost. Neuronové sítě, jejich modely, aplikace a vlastnosti. Genetické algoritmy a evoluční programování.

Doporučená literatura

1. Logika, algebra:

- Birkhoff, G., MacLane, S.: **Prehľad modernej algebry**. *Alfa, Bratislava, 1979.*
- Demuth, O., Kryl, R., Kučera, A.: **Teorie algoritmů I, II**. *SPN, Praha, 1989.*
- Hájek, P., Pudlák, P.: **Metamathematics of first-order arithmetic**. *Springer-Verlag, Berlin, 1993.*
- Ježek, J.: **Univerzální algebra a teorie modelů**. *SNTL, Praha, 1976.*
- Nies, A.: **Computability and randomness**. *Oxford University Press, Oxford, 2009.*
- Shoenfield, J. R.: **Mathematical logic**. *Addison-Wesley, Reading, MA, 1967.*
- Soare, R. I.: **Recursively enumerable sets and degrees**. *Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1987.*
- Štěpánek, P.: **Meze formální metody**. *Text přístupný na <http://ktiml.mff.cuni.cz/index.php?select=teaching§ion=sources&lang=czech> .*
- Štěpánek, P.: **Predikátová logika**. *Text přístupný na <http://ktiml.mff.cuni.cz/index.php?select=teaching§ion=sources&lang=czech> .*
- Švejdar, V.: **Logika: neúplnost, složitost a nutnost**. *Academia, Praha, 2002.*

2. Teorie složitosti:

Arora, S., Barak, B.: **Computational Complexity: A Modern Approach.** *Text přístupný na* <http://www.cs.princeton.edu/theory/index.php/Compbook/Draft> .

Hopcroft, J. E., Ullman, J. D.: **Introduction to Automata Theory, Languages and Computation.** *Addison–Wesley, Reading, MA, 1979.*

Hromkovič, J.: **Communication Complexity and Parallel Computing.** *Springer–Verlag, Berlin, 1997.*

Kushilevitz, E., Nisan, N.: **Communication complexity.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1997.*

Papadimitriou, C. H.: **Computational Complexity.** *Addison–Wesley, Reading, MA, 1994.*

Sipser, M.: **Introduction to the Theory of Computation.** *PWS Publishing Company, Boston, 1997.*

3. Diskrétní matematika:

Alon, N., Spencer, J.: **The Probabilistic Method.** *Wiley, 2001.*

Diestel, R.: **Graph Theory.** *2nd ed. Springer–Verlag, 2000.*

MacWilliams, F. J., Sloane, N. J. A.: **The Theory of Error–Correcting Codes.** *North–Holland, Amsterdam, 1977.*

Matoušek, J., Nešetřil, J.: **Kapitoly z diskrétní matematiky.** *Karolinum, Praha, 2000.*

Matoušek, J.: **Lineární programování a lineární algebra pro informatiky.** *ITI Series 2006–311.*

Schrijver, A.: **Theory of linear and integer programming.** *Wiley, 1998.*

4. Algoritmy:

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., Stein, C.: **Introduction to Algorithms.** *2nd ed. MIT Press, 2001.*

Jájá, J.: **An Introduction to Parallel Algorithms.** *Addison–Wesley, Reading, MA, 1992.*

Kleinberg, J., Tardos, E.: **Algorithms Design.** *Addison–Wesley, Reading, MA, 2005.*

Motwani, R., Raghavan, P.: **Randomized algorithms.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*

Vazirani, V. V.: **Approximation Algorithms.** *Springer–Verlag, 2001.*

5. Umělá inteligence:

De Raedt, L.: **Logical and Relational Learning.** *Springer–Verlag, Berlin, 2008.*

Ghallab, M., Nau, D., Traverso, P.: **Automated Planning: Theory and Practice.** *Morgan Kaufmann, 2004.*

Haykin, S.: **Neural Networks: A Comprehensive Foundation.** *2nd ed. Prentice Hall, 1999.*

- Michalewicz, Z.: **Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs.** *Springer-Verlag, 1999.*
- Nolfi, S., Floreanoà D.: **Evolutionary robotics, the biology, intelligence and technology of self-organizing machines.** *The MIT Press, Cambridge, 2000.*
- Pfeifer, R., Scheier, C.: **Understanding Intelligence.** *The MIT Press, Cambridge, 2001.*
- Robinson, A., Voronkov, A. (eds.): **Handbook of Automated Reasoning I, II.** *Elsevier, Amsterdam, The MIT Press, Cambridge, 2001.*
- Rossi, F., Beek van, P., Walsh, T. (eds.): **Handbook of Constraint Programming.** *Elsevier, 2006.*
- Russell, S. J., Norvig, P.: **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** *Prentice Hall, 2003.*
- Šíma, J., Neruda, R.: **Teoretické otázky neuronových sítí.** *Matfyz Press, Praha, 1996.*

4I2 Softwarové systémy

Rada doktorského studijního oboru 4I2

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-i2.htm> .

Zkušební komise K2

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk02.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4I2

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8
<http://www.cs.cas.cz/>
- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 4/1143, 182 08 Praha 8
<http://www.utia.cas.cz/czech-info/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=I2 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN055	Paralelní architektury	3	2/0 Zk	—
NTIN044	Sémantika programovacích jazyků	5	—	2/1 Z+Zk
NDBI016	Transakce	3	—	2/0 Zk
NSWI104	Řízení projektů firem	3	—	0/2 Z
NSWI057	Výběrový seminář z distribuovaných a komponentových systémů I	6	0/4 Z	—
NSWI058	Vyberovy seminar z distribuovanych a komponentovych systemu II	6	—	0/4 Z
NSWI068	Objektové a komponentové systémy	5	2/1 Z+Zk	—
NSWI132	Analýza programů a verifikace kódu	6	2/2 Z+Zk	—
NSWI101	Modely a verifikace chování systémů	6	—	2/2 Z+Zk
NPRG042	Programování v paralelním prostředí	5	—	2/1 Z+Zk
NSWI080	Middleware	5	—	2/1 Z+Zk
NDBI019	Stochastické metody v databázích	3	—	2/0 Zk
NTIN083	Seminář z datových struktur	3	0/2 Z	—
NPRG021	Vybrané partie z jazyka Java	3	—	0/2 Z
NDBI033	Netradiční databázové modely, architektury a jazyky	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Tématické celky 1 a 2 jsou povinné. K nim si uchazeč po dohodě se školitelem zvolí z uvedených celků další dva a dále jedno profilující téma podle svého zaměření. Zde bude požadována znalost nejnovějších výsledků podle pokynů školitele. Toto páté (profilující) téma nemusí být z níže uvedeného seznamu, určí je předseda RDSO 4I2 na návrh školitele. Výběr a upřesnění témat pro státní doktorskou zkoušku jednotlivého doktoranda schvaluje RDSO 4I2.

1. Teoretické základy informatiky

Diskrétní matematika: Základy teorie grafů, reprezentace grafů v paměti, algoritmy nad grafy. **Algebra, logika, algoritmy:** Vybrané algebraické struktury, univerzální algebry. Predikátový počet. Formální systémy, bezespornost a úplnost, Goedelovy věty. Rozhodnutelnost formálních systémů, teorie modelů. Unifikace. Teorie vyčíslitelnosti, Turingovy stroje a ekvivalentní modely výpočtu. Algoritmy a jejich složitost, NP-úplné problémy. Algoritmicky nerozhodnutelné problémy. Věty o rekurzi.

2. Teoretické základy softwarových systémů

Formální jazyky, gramatiky a automaty. Formální modely a specifikace sémantiky jazyků. Atributové gramatiky. Formální sémantika souběžných systémů, přechodové systémy jako sémantika nízké úrovně; ekvivalence, model checking, modely souběžných systémů, Petriho sítě, algebraické modely, CCS a CSP. Verifikace souběžných systémů v praxi. Metody formálních a algebraických specifikací. Lambda kalkul, typové systémy.

3. Jazyky a překladače:

Přehled konceptů programovacích jazyků (procedurálních i neprocedurálních). Struktura překladače typického procedurálního jazyka. Syntaktická analýza, LL, LR a GLR metody, RRP gramatiky. Atributové gramatiky. Principy implementace jazyků s vnořenou strukturou procedur a objektových jazyků, late binding. Sekvenční a deklarativní mezikódy, základní bloky. Detekce závislostí, SSA mezikódy. Typické vlastnosti moderních procesorů z hlediska generování kódu. Metody alokace registrů. Generování a optimalizace kódu s paralelismem na úrovni instrukcí. Scheduling, list scheduling, trace scheduling, software pipelining.

4. Distribuované systémy

Architektury distribuovaných systémů. Komunikace, zasílání zpráv, RPC, skupinová komunikace, doručovací protokoly. Distribuované synchronizační algoritmy — vzájemné vyloučení procesů, volba koordinátora, detekce globálního stavu, algoritmy pro distribuovaný konsenzus. Distribuované souborové systémy, replikace souborů, správa prostorů jmen. Migrace procesů, vyvažování zátěže. Distribuované sdílení paměti, konzistenční modely, distribuované stránkování.

5. Operační systémy

Architektura počítačů. Koncepty a protokoly počítačových sítí. Koncepce, struktura a realizace operačních systémů. Abstrakce poskytované jádrem operačního systému. Koncepce mikrojádra, abstrakce a techniky pro správu paměti a procesů mimo jádro. Synchronizace paralelních procesů a vhodné synchronizační nástroje a jejich implementace včetně multiprocesorových a paralelních systémů. Virtualizace paměti při rozsáhlých adresových prostorech. Síťové a distribuované systémy souborů, speciální systémy souborů pro zvláštní média, systémy souborů s malou režii, s velkou spolehlivostí, transakční systémy souborů, žurnálové systémy souborů.

6. Databázové systémy

Konceptuální modely. Relační model dat — teorie závislostí, dotazovací jazyky — jejich vyjadřovací síla a složitost, neúplné informace, složité objekty. Logika jako databázový jazyk: Datalog a jeho sémantika, deduktivní databáze. Modely objektových databází, objektové dotazovací jazyky, teorie typů. Implementační problémy databází — datové struktury vhodné pro indexaci, transakční modely, optimalizační problémy. Nové databázové architektury: datové sklady, multidimenzionální databáze, databáze a Web, XML databáze.

7. Objektové systémy

Koncepty jazyků založených na třídách (dědičnost a delegování, subsumption, typové informace, kovariance, kontravariance, typ self, rozlišování podtříd a podtypů, parametrizace typů). Koncepty jazyků bez tříd (prototypování a klonování, delegování, dynamická dědičnost). Koncept „mixin“. Aspektově orientované programování. Objektové modely pro distribuovaná prostředí. Komponentové modely. Protokoly chování

objektů a komponent. Objektové modelování a návrh, principy podpůrných nástrojů. Vývoj založený na modelech. Implementační techniky konstrukcí objektových jazyků.

8. *Techniky síťových aplikací*

Architektura síťových aplikací, klient–server a vícestupňové (n–tier) architektury, federace služeb, agenti. Komunikační middleware, standardy, rozhraní. Technologie pro klient–server a vícestupňové (n–tier) aplikace, applety, servlety, transakční middleware, aplikační servery. Platformy pro mobilní výpočty. Ad hoc a senzorové sítě. Prostředky interoperability, datové formáty, protokoly. Bezpečnost, kryptografické techniky pro šifrování a autentizaci.

9. *Softwarové inženýrství*

Předmět SW inženýrství, příčiny úspěchu a neúspěchu SW projektů. Strategické cíle informačních systémů, zájmové skupiny. Sociální důsledky používání informačních technologií. Základy počítačové ergonomie (RSI). Příprava projektu, analýza rizik, marketing a principy vyjednávání. Business process reengineering, outsourcing. Techniky zjišťování požadavků. Oponentury při vývoji SW. SW prototypy. Procesy používané při vývoji softwaru. Softwarové metriky. Odhady SW metrik (COCOMO, Function Points). Principy řízení projektů a organizace týmů. SW architektury, middleware, XML. Diagramy pro specifikaci a návrh SW. Notace a diagramy pro dokumentaci SW artefaktů, modelování SW. Testování a řízení konfigurace. Předání SW díla a jeho údržba. SW dokumentace. Hodnocení SW. Techniky vývoje uživatelského rozhraní.

Doporučená literatura

Okruh 1:

Cormen, T. H., Leiserson, C. E., Rivest, R. L., Stein, C.: **Introduction to Algorithms**. 2nd ed. MIT Press, 2001.

Demuth. O., Kryl, R., Kučera, A.: **Teorie algoritmů I, II**. SPN, Praha, 1989.

Garey, M. R., Johnson, D. S.: **Computers and Intractability: A Guide to the Theory of NP–completeness**. W. H. Freeman, San Francisco, 1978.

Hopcroft, J. E., Motwani, R., Ullman, J. D.: **Introduction to Automata Theory, Languages and Computation**. 3rd ed. Addison–Wesley, 2007.

McKenzie, R. N., McNulty, G. F., Taylor, W. F.: **Algebras, Lattices, Varieties**. Advanced Books and Software, Wadsworth and Brooks/Cole, Monterey, 1987.

Mehlhorn, K.: **Data Structures and Algorithms 2: Graph Algorithms and NP–completeness**. EATCS – monograph, Springer–Verlag, 1984.

Soare, R. I.: **Recursively enumerable sets and degrees**. Springer–Verlag, 1987.

Tarjan, R. E.: **Data Structures and Network Algorithms**. Society for Industrial and Applied Mathematics, Philadelphia, 1983.

Okruh 2:

Emerson, E. A.: **Temporal and Modal Logic**. Volume B of Handbook of TCS, Elsevier, 1990, p. 995–1072.

Esparza, J.: **Decidability and Complexity of Petri Net Problems – an Introduction**. Lectures on Petri Nets I: Basic Models. Advances in Petri Nets, LNCS 1491, Springer–Verlag, 1988, p. 374–428.

- Glaabeek van, R.: **The Linear Time–Branching Time Spectrum.** *Proc. of Concur 90, LNCS 458, Springer–Verlag, 1990, p. 278–297.*
- McMillan, K.: **Symbolic Model–Checking.** *Kluwer, 1993.*
- Milner, R.: **Communication and Concurrency.** *Prentice Hall, 1995.*
- Peterson, J. L.: **Petri Net Theory and the Modelling of Systems.** *Prentice Hall, 1981.*
- Stirling, C.: **Modal and Temporal Logics.** *Handbook of Logic in Computer Science, Oxford, 1992, p. 477–563.*
- Thomas, W.: **Automata on Infinite Objects.** *Volume B of Handbook of TCS, Elsevier, 1990, p. 135–192.*
- Vardi, M.: **An Automata–Theoretic Approach to LTL.** *Logics for Concurrency, LNCS 1043, Springer–Verlag, 1996, p. 238–263.*

Okruh 3:

- Aho, A. V., Sethi, R., Ullman, J. D.: **Compilers: Principles, Techniques and Tools.** *Addison–Wesley, 1988.*
- Allan, V. H., Jones, R. B., Lee, R. M., Allan, S. J.: **Software Pipelining.** *In ACM Computing Surveys 27, 3 (September), ACM, 1995, p. 367–432.*
- Grune, D., Bal, H. E., Jacobs, C. J. H., Langendoen, K. G.: **Modern Compiler Design.** *J. Wiley, 2000.*
- Mak, R.: **Writing Compilers And Interpreters.** *Wiley Computer Publishing, 1996.*
- Penrose, D. E. M., Palmer, C.: **Advanced Compiler Design and Implementation.** *Morgan Kaufmann Publishers, 1997.*
- Wall, D.: **Limits to instruction level parallelism.** *Proc. 4th Architectural Support for Programming Languages and Operating Systems, ACM, 1991, p. 176–188.*

Okruh 4:

- Attiya, H., Welch, R.: **Distributed Computing — Fundamentals, Simulations and Advanced Topics.** *2nd ed. Wiley Interscience, 2004.*
- Dollimore, J.: **Distributed Systems: Concepts and Design.** *4th ed. Addison–Wesley, 2005.*
- Goscinski, A.: **Distributed Operating Systems — The Logical Design.** *Addison–Wesley, 1992.*
- Mullender, S.: **Distributed Systems.** *2nd ed. Addison–Wesley, 1993.*
- Tanenbaum, A.: **Distributed Operating Systems.** *Prentice Hall, 1994.*
- Tanenbaum, A.: **Distributed Systems: Principles and Paradigms.** *2nd ed. Prentice Hall, 2006.*

Okruh 5:

- Boykin, J., Kirschen, D., Langerman, A., LoVerso, S.: **Programming under Mach.** *Addison–Wesley, 1993.*
- Herlihy, M.: **The Art of Multiprocessor Programming.** *Morgan Kaufmann, 2008.*

Chow, R., Johnson, T.: **Distributed Operating Systems and Algorithms.** *Addison–Wesley, 1997.*

Love, R.: **Linux Kernel Development.** *2nd ed. Novell Press, 2005.*

Plášil, F., Staudek, F.: **Operační systémy.** *SNTL, Praha, 1991.*

Russinovich, M.: **Microsoft Windows Internals.** *4th ed. Microsoft Press, 2005.*

Schimmel, C.: **Unix Systems for Modern Architectures.** *Addison–Wesley, 1994.*

Stallings, W.: **Operating Systems, Internals and Design Principles.** *6th ed. Prentice Hall, 2008.*

Vahalia, U.: **Unix Internals.** *2nd ed. The new Frontiers, Prentice Hall, 2001.*

Okruh 6:

Abiteboul, S., Buneman, P., Suciu, D.: **Data on the web: from relations to semistructured data and XML.** *Morgan Kaufmann, San Francisco, 2000.*

Abiteboul, S., Hull, R., Vianu, V.: **Foundations of Databases.** *Addison–Wesley, 1995.*

Atzeni, P., DeAntonellis, V.: **Relational Database Theory.** *Benjamin & Cummings Publ. Co., Menlo Park, California, 1993.*

Atzeni, P.: **Database systems: concepts, languages and architectures.** *McGraw–Hill, London, 1999.*

Garcia–Molina, H., Ullman, J., Widom, J.: **Database System Implementation.** *Prentice Hall, 2000.*

Gray, J., Reuter, A.: **Transaction processing: concepts and techniques.** *Kaufmann, San Mateo, 1993.*

Silberschatz, A. H., Korth, H. F., Sudarashan, S.: **Database system concepts.** *3rd ed. McGraw–Hill, Boston, 1999.*

Thalheim, B.: **Entity–Relationship Modeling Foundations of Database Technology.** *Springer–Verlag, 2000.*

Ullman, J. D.: **Principles of Database and Knowledge–Base Systems.** *Volume I. Computer Science Press, 1988.*

Ullman, J. D.: **Principles of Database and Knowledge–Base Systems.** *Volume II. Computer Science Press, 1989.*

Okruh 7:

Abadi, M., Cardelli, L.: **A theory of Objects.** *Corrected ed. Springer–Verlag, 1998.*

Eliens, A.: **Principles of Object–Oriented Software Development.** *2nd ed. Addison–Wesley, 2000.*

Leavens, G. T., Sitaraman, M. (eds.): **Foundations of Component–based Systems.** *Cambridge University Press, Cambridge, 2000.*

Miles, R.: **AspectJ Cookbook.** *O’Reilly, 2004.*

Pierce, B.: **Types and Programming Languages.** *MIT Press, 2002.*

Plášil, F., Stahl, M.: **An Architectural view of distributed objects and components in CORBA, Java RMI and COM/DCOM.** *Software Concepts and Tools, vol. 19, no. 1, Springer–Verlag, 1998.*

- Rausch, A. et al.: **The Common Component Modeling Example: Comparing Software Component Models.** *Springer-Verlag, 2008.*
- Stahl, T., Volter, M.: **Model-driven Software Development.** *J. Wiley & Sons, 2006.*
- Szyperski, C.: **Component Software: Beyond Object-Oriented Programming.** *2nd ed. Addison-Wesley, 2002.*

Okruh 8:

- Attiya, H., Welch, R.: **Distributed Computing — Fundamentals, Simulations and Advanced Topics.** *2nd ed. Wiley Interscience, 2004.*
- Baker, S.: **CORBA Distributed Objects, Using Orbix.** *Addison-Wesley, 1997.*
- Krakowiak, S. et al: **Advances in Distributed Computing: From Algorithms to Systems.** *Springer-Verlag, 2000.*
- Microsoft: **Microsoft .NET Architecture.** *Text přístupný na <http://www.microsoft.com> .*
- OASIS: **Web Service Standard Specifications.** <http://www.oasis-open.org> .
- Object Management Group: **Common Object Request Broker Architecture.** *Text přístupný na <http://www.omg.org> .*
- Orfali, R. et al: **Client/Server Survival Guide.** *3rd ed. J. Wiley & Sons, 1999.*
- Pfleeger, Ch.: **Security In Computing.** *4th ed. Prentice Hall, 2006.*
- Sun Microsystems: **Enterprise Java.** *Text přístupný na <http://www.sun.com> .*

Okruh 9:

- Adair, J.: **Vytváření efektivních týmů.** *Management Press, Praha, 1994.*
- Arlow, J., Neustadt, I.: **UML 2 a unifikovaný proces vývoje aplikací.** *Computer Press, 2007.*
- Fowler, M.: **UML Distilled: A Brief Guide to the Standard Object Modeling Language.** *3rd ed. Addison-Wesley, 2003.*
- Hall, E. M.: **Managing Risks — Methods for Software Systems Development.** *Addison-Wesley, 1998.*
- Jarvis, A., Kehoe, R.: **A Tool for Software Products and Process Improvement.** *Springer-Verlag, 1996.*
- Koubek, J.: **Řízení lidských zdrojů — Základy moderní personalistiky.** *Management Press, Praha, 1999.*
- Král, J.: **Informační systémy.** *Science Veletiny, 1998.*
- Landauer, T. K.: **The Trouble with Computers.** *MIT Press, 1995.*
- Larman, C.: **Applying UML and Patterns: An Introduction to Object-Oriented Analysis and Design and Iterative Development.** *3rd ed. Prentice Hall, 2007.*
- Lax, D. A., Sebenius, J. K.: **Manažer jako vyjednávač.** *Victoria Publ., Praha, 1994.*
- Moore, J. W.: **Software Engineering Standards — A User Road Map.** *IEEE, Los Alamitos, Ca., 1998.*
- Nielsen, J.: **Usability Engineering.** *Academic Press, 1995.*

Pressman, R. S.: **Software Engineering — A Practitioner Approach**. 6th ed. McGraw-Hill, 2004.

Sommerville, I.: **Software Engineering**. 8th ed. Addison-Wesley, 2008.

Steward, C. J., Steward, C.: **Interviewing Principles and Practices**. Oracle Co., Berkshire, 1994.

4I3 Matematická lingvistika

Rada doktorského studijního oboru 4I3

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-i3.htm>.

Zkušební komise K2

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk02.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4I3

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=I3.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NPFL004	Seminář z formální lingvistiky	3	0/2 Z	0/2 Z
NPFL006	Úvod do formální lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPFL024	Syntaktická analýza češtiny	3	—	0/2 Z
NPFL051	Syntax bez transformací	3	0/2 Z	—
NPFL012	Úvod do počítačové lingvistiky	3	2/0 Zk	—
NPFL015	Nástroje pro automatický překlad	3	0/2 Z	—
NPFL007	Počítačové zpracování přirozeného jazyka	3	2/0 Z	—
NPFL044	Automatické rozpoznávání mluvené řeči	3	2/0 Zk	—
NPFL054	Úvod do strojového učení (v počítačové lingvistice)	6	2/2 Z+Zk	—

NPFL035	Gramatická cvičení pro doktorandy	3	—	0/2 Z
NPFL067	Statistické metody zpracování přirozených jazyků I	6	2/2 Z+Zk	—
NPFL068	Statistické metody zpracování přirozených jazyků II	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL042	Syntéza řeči z psaného textu	3	—	2/0 Zk
NPFL064	Čtení textů z obecné lingvistiky	2	—	0/1 Z
NPFL066	Korpusová lingvistika — aplikace	3	—	0/2 Z
NPFL071	Vybrané problémy z lingvistiky I	3	2/0 Zk	—
NPFL072	Vybrané problémy z lingvistiky II	3	—	2/0 Zk
NPFL074	Matematické metody v lingvistice II	3	—	0/2 Z
NPFL076	Zdroje lingvistických dat II	3	—	0/2 KZ
NPFL077	Doktorandský seminář — prezentace výsledků	3	0/2 Z	0/2 Z
NPFL083	Lingvistická teorie a gramatické formalismy	5	—	2/1 Z+Zk
NPFL079	Algoritmy rozpoznávání mluvené řeči	6	—	2/2 Z+Zk
NPFL087	Statistický strojový překlad	3	—	0/2 KZ
NPFL075	Pražský závislostní korpus	5	2/1 Zk	—
NPFL086	Lexikologie — slova a významy	3	—	0/2 Z

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Okruhy 1 a 2 jsou povinné, další okruh je výběrový po dohodě se školitelem a podle zaměření doktoranda.

1. *Matematické základy počítačové lingvistiky*

Výrokový a predikátový počet a jeho specifické případy, syntax a sémantika, jejich vztah. Extenzionální a intenzionální logika, lambda-kalkulus. Formální jazyky a automaty, Chomského hierarchie gramatik a jazyků. Kategoriální gramatiky a lexikalizované gramatiky. Základní pojmy teorie grafů.

2. *Formální lingvistika*

Strukturní lingvistika a její zdroje. Formální popis přirozeného jazyka. Vývoj Chomského teorie gramatiky od standardní, rozšířené standardní teorie přes teorii principů a parametrů po univerzální gramatiku a minimalismus. Optimalita, lexikálně-funkční gramatika, HPSG. Závislostní přístupy, stratifikační přístupy, model „smysl — text“, „Tree Adjoining Grammar“. Pražský funkční generativní popis. Formální sémantika.

3. *Počítačová a korpusová lingvistika*

Morfologická a syntaktická analýza přirozeného jazyka (metodami symbolickými, statistickými). Generování přirozeného jazyka. Komunikace s počítačem v přirozeném

jazyce: znalostní systémy, umělá inteligence, neuronové sítě. Strojový překlad a jeho typy. Kvantitativní lingvistika. Automatické rozpoznávání a syntéza mluvené řeči. Počítačové korpusy textů. Anotované korpusy a jejich druhy. Počítačová lexikografie.

4. *Zpracování přirozeného jazyka: statistické metody a strojové učení*

Skryté Markovovy modely (algoritmy Baum–Welch, Forward–Backward, Viterbi). Pravděpodobnostní bezkontextové gramatiky. Jazykové modely. Překládové modely. Metody vyhlazování. Lineární a nelineární klasifikační metody. Shlukovací metody. Rozhodovací stromy. Vyhodnocovací metriky. Porovnání dvou a více klasifikátorů. Testy signifikance výsledků experimentů.

Doporučená literatura

Okruh 1:

Bach, E.: **Informal Lectures on Formal Semantics**. *State University of New York, 1989*.

Hopcroft, J. E., Rajeev, M., Ullman, J. D.: **Introduction to Automata Theory, Languages and Computation**. *3rd ed. Addison Wesley, 2006*.

Chytil, M.: **Automaty a gramatiky**. *SNTL, Praha, 1984*.

Nešetřil, J.: **Teorie grafů**. *SNTL, Praha, 1979*.

Partee, B. H., Meulen ter, A., Wall, R.: **Mathematical Methods in Linguistics**. *corrected 1st ed. Kluwer, Dordrecht, 1993*.

Peregrin, J.: **Úvod do teoretické sémantiky**. *FF MU, Brno, 1994*.

Štěpánek, P.: **Predikátová logika**. *Text přístupný na <http://ktiml.mff.cuni.cz/index.php?select=teaching§ion=sources&lang=czech>*.

Okruh 2:

Abeillé, A., Rambow, O. (eds.): **Tree Adjoining Grammar: An Overview**. *Tree Adjoining Grammars. Formalisms, Linguistic Analysis and Processing. The University of Chicago Press, 2000*.

Čermák, F.: **Jazyk a jazykověda**. *3. vydání. Karolinum, 1997*.

Černý, J.: **Dějiny lingvistiky**. *Votobia, Olomouc, 1997*.

Hajičová, E., Sgall, P., Panevová, J.: **Úvod do teoretické a počítačové lingvistiky**. *Svazek 1 Teoretická lingvistika. Karolinum, Praha, 2002*.

Chomsky, N.: **Syntaktické struktury**. *Academia, Praha, 1966*.

Kahane, S.: **The Meaning–Text Theory**. *In Agel, V. et al (eds.) Dependency and Valency. An International Handbook of Contemporary Research. De Gruyter, Berlin, 2004, p. 546–569*.

Lopatková, M., Plátek, M., Sgall, P.: **Towards a Formal Model for Functional Generative Description: Analysis by Reduction and Restarting Automata**. *The Prague Bulletin of Mathematical Linguistics 87, 2007, p. 7–26*.

Mathesius, M.: **Jazyk, kultura a slovesnost**. *Odeon, Praha, 1982*.

Mel'chuk, I. A.: **Dependency Syntax: Theory and Practice**. *State University of New York, Albany, 1988*.

Panevová, J.: **Formy a funkce ve stavbě české věty**. *Academia, Praha, 1980*.

Saussure de, F.: **Kurs obecné lingvistiky**. *Odeon, Praha, 1989*.

- Sgall, P.: **Language in Its Multifarious Aspects.** *Karolinum, Praha, 2006.*
- Skalička, V.: **Typ češtiny.** *Souborné dílo V. Skaličky, díl II. Karolinum, Praha, 2004, s. 475 – 536.*
- Steedman, M.: **The Syntactic Process (Language, Speech and Communication).** *The MIT Press, 2001.*
- Šmilauer, V.: **Novočeská skladba.** *SPN, Praha, 1966.*

Okruh 3:

- Allen, J.: **Natural Language Understanding.** *The Benjamins/Cummings Publishing Company, Inc., Rewood City, 1994.*
- Cruse, D. A.: **Lexical Semantics.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1986.*
- Čermák F., Blatná R. (eds.): **Korpusová lingvistika: Stav a modelové přístupy.** *Nakl. Lidové noviny, Praha, 2006.*
- Čermák, F., Klímová, J., Petkevič, V. (eds.): **Studie z korpusové lingvistiky. AUC – Philologica 3–4.** *Karolinum, Praha, 2000.*
- Hajič, J.: **Disambiguation of Rich Inflection: Computational Morphology of Czech.** *Karolinum, Praha, 2004.*
- Russel, S., Norvig, P.: **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** *Prentice Hall, 2002.*
- Těšitelová, M.: **Otázky lexikální statistiky.** *Academia, Praha, 1974.*

Okruh 4:

- Alpaydin, E.: **Introduction to Machine Learning.** *MIT Press, 2004.*
- Bishop, Ch.: **Pattern Recognition and Machine Learning.** *Springer, 2007.*
- Duda, R. O., Hart, P. E.: **Pattern Classification 2nd ed.** *Wiley-Interscience, 2000.*
- Hatfield, T., Tibshirani, R., Friedman, J.: **The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference and Prediction.** *Springer, 2001.*
- Jelinek, F.: **Statistical Methods for Speech Recognition.** *MIT Press, 1997.*
- Manning C. D., Schuetze, H.: **Foundations of Statistical Natural Language Processing.** *MIT Press, Cambridge, 1999.*
- Ripley, B. D.: **Pattern Recognition and Neural Networks.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1996.*
- Venables, W. N., Ripley, B. D.: **Modern Applied Statistics with S. 4th ed.** *Springer, 2003.*

4I4 Diskrétní modely a algoritmy

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-i4.htm>.

Rada doktorského studijního oboru 4I4

Zkušební komise K2

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk02.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4I4

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=I4.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NTIN022	Pravděpodobnostní metoda	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI035	Geometrické reprezentace grafů II	3	—	2/0 Zk
NDMI009	Kombinatorická a výpočetní geometrie I	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI013	Kombinatorická a výpočetní geometrie II	6	—	2/2 Z+Zk
NDMI041	Kombinatorický seminář pro pokročilé	3	0/2 Z	0/2 Z
NDMI028	Aplikace lineární algebry v kombinatorice	6	2/2 Z+Zk	—
NDMI036	Kombinatorické struktury	3	—	2/0 Zk
NDMI015	Kombinatorické počítání	3	—	2/0 Zk
NDMI042	Grafy a homomorfismy	3	2/0 Zk	—
NDMI070	Vybrané kapitoly z teorie grafů	3	2/0 Zk	2/0 Zk
NDMI045	Analytická a kombinatorická teorie čísel	3	—	2/0 Zk
NDMI066	Algebraická teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NDMI058	Toky a cykly v grafech	3	—	2/0 Zk
NDMI055	Vybrané kapitoly z kombinatoriky I	3	2/0 Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Uchazeč si zvolí 4 z povinných témat, a to 2 témata z okruhů 1., 2., 3. a 2 témata z okruhů 4.–10. Po dohodě se školitelem bude stanoveno volitelné téma, které může být také jedno z témat 4.–10.

1. *Diskrétní matematika*

Základy teorie grafů, reprezentace grafů, grafové algoritmy. Lineární algebra. Základy obecné topologie. Vybrané algebraické struktury, univerzální algebra. Kombinatorická teorie pravděpodobnosti.

2. *Logika*

Úvod do teorie modelů, algebraické specifikace programů. Výrokový a predikátový počet, syntax a sémantika, jejich vztah. Formální systémy, bezespornost a úplnost, Gödelovy věty.

3. *Vyčíslitelnost a složitost*

Turingovy stroje a ekvivalentní modely. Algoritmy a jejich složitost. NP–úplnost a NP–úplné problémy. Algoritmicky nerozhodnutelné problémy. Věty o rekurzi.

4. *Kombinatorická optimalizace*

Polyedrální kombinatorika. Lineární programování, dualita. Celočíselné programování. Kombinatorické algoritmy.

5. *Kombinatorika*

Pokročilá kombinatorika, problémy výběru. Ramseyova teorie a teorie rozkladů. Extremální teorie. Pokročilá teorie grafů.

6. *Algebraická kombinatorika*

Enumerace. Metody lineární algebry, vlastní čísla, aplikace. Teorie matroidů.

7. *Teorie struktur*

Kategorické a strukturální otázky kombinatorických objektů.

8. *Pravděpodobnostní metoda*

Nekonstruktivní metody v kombinatorice, pravděpodobnostní algoritmy. Náhodné grafy.

9. *Topologické metody*

Obecná a algebraická topologie. Topologické metody v informatice.

10. *Diskrétní geometrie*

Kombinatorika geometrických konfigurací v euklidovských prostorech. Výpočetní geometrie. Geometrické reprezentace grafů.

Doporučená literatura

Okruh 1:

Bollobás, B.: **Graph theory, An introductory course.** *Graduate Text in Mathematics 63*, Springer–Verlag, New York, 1979.

Bollobás, B.: **Modern graph theory.** *Graduate Text in Mathematics 184*, Springer–Verlag, New York, 1998.

Hell, P., Nešetřil, J.: **Graphs and homomorphisms.** *Oxford University Press, Oxford, 2004.*

Matoušek, J., Nešetřil, J.: **Invitation to discrete mathematics.** *Oxford University Press, Oxford, 2008.*

Okruh 2:

Handbook of Logic in Computer Science. *Clarendon Press, Oxford, 1992.*

Shoenfield, J. R.: **Mathematical logic.** *Addison–Wesley, Reading, 1967.*

Okruh 3:

Garey, M. R., Johnson, D. S.: **Computers and Intractability, A guide to the theory of NP–completeness.** *W. H. Freeman, San Francisco, 1979.*

Papadimitriou, C. H.: **Computational Complexity.** *Addison–Wesley, Reading, 1994.*

Sipser, M.: **Introduction to the Theory of Computation.** *PWS Publishing Company, Boston, 1997.*

Okruh 4:

Cook, W. J., Cunningham, W. H., Pulleyblank, W. R., Schrijver, A.: **Combinatorial optimization.** *Wiley, New York, 1998.*

Schrijver, A.: **Theory of linear and integer programming.** *Wiley, New York, 1998.*

Okruh 5:

Bollobás, B.: **Modern graph theory.** *Graduate Text in Mathematics 184, Springer–Verlag, New York, 1997.*

Graham, R. L., Spencer, J., Rothschild, B.: **Ramsey Theory.** *Wiley, New York, 1990.*

Hall, M.: **Combinatorial Theory.** *Wiley, New York, 1986.*

Lint van, J. H., Wilson, R. H.: **A course in combinatorics.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1992.*

Okruh 6:

Biggs, N. L.: **Algebraic graph theory.** *Cambridge University Press, Cambridge 1994.*

Cvetkovic, D. M., Doob, M., Sachs, H.: **Spectra of graphs, Theory and applications.** *J. A. Barth Verlag, Leipzig, 1995.*

Oxley, J.: **Matroid theory.** *Oxford University Press, Oxford, 1992.*

Okruh 7:

Adámek, J., Herrlich, H., Strecker, G. E.: **Abstract and Concrete Categories.** *Wiley, New York, 1990.*

MacLane, S.: **Categories for the working mathematician.** *Graduate Texts in Mathematics 5, Springer-Verlag, New York, 1971.*

Okruh 8:

Alon, N., Spencer, J.: **The Probabilistic Method.** *Wiley, New York, 2000.*

Grimmett, G. R., Stirzaker, D. R.: **Probability and random processes: Problems and solutions.** *Clarendon Press, Oxford, 1992.*

Motwani, R., Raghavan, P.: **Randomized algorithms.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*

Okruh 9:

Handbook of Logic in Computer Science. *Clarendon Press, Oxford, 1992.*

Johnstone, P. T.: **Stone spaces.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1982.*

Kelly, J.: **General Topology.** *Van Nostrand, New York, 1955.*

Pultr, A.: **Podprostory eukleidovských prostorů.** *SNTL, Praha, 1984.*

Okruh 10:

Berg de, M., Kreveld van, M., Overmars, M., Schwarzkopf, O.: **Computational Geometry: Algorithms and applications.** *Springer-Verlag, Berlin, 2000.*

Pach, J., Agarwal, P.: **Combinatorial Geometry.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*

Studijní program MATEMATIKA

Oborová rada doktorského studijního programu Matematika

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/ors.htm#nor4-m>.

4M1 Algebra, teorie čísel a matematická logika

Rada doktorského studijního oboru 4M1

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m1.htm>.

Zkušební komise K3

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk03.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M1

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8
<http://www.cs.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M1.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NALG021	Reprezentace grup	6	2/2 Z+Zk	—
NALG124	Reprezentace grup II	6	—	2/2 Z+Zk
NALG022	Teorie reprezentací konečně-dimenzionálních algeber	6	—	3/1 Z+Zk
NALG125	Homologická a homotopická algebra	3	—	2/0 Zk
NALG028	Okruhy a moduly	6	2/2 Z+Zk	—
NALG029	Kategorie modulů a homologická algebra	6	—	2/2 Z+Zk
NALG030	Algebraický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NALG031	Algebra a nekonečná kombinatorika	3	2/0 Zk	—
NALG052	Úvod do teorie konečných grup	6	2/0 —	2/0 Zk
NALG068	Sporadické grupy	6	2/0 —	2/0 Zk
NALG073	Struktura modulů a okruhů	6	2/0 —	2/0 Zk
NALG077	Aproximace modulů	3	—	2/0 Zk
NALG080	Seminář z kombinatorické, algoritmické a finitní algebry	3	0/2 Z	0/2 Z
NALG081	Cohen-Macaulayovy okruhy	6	0/2 Z	0/2 Z
NALG100	Komutativní okruhy	6	4/0 Zk	—
NALG123	Seminář z teorie krotkých kongruencí	3	—	0/2 Z
NALG118	Seminář k problému CSP	3	—	0/2 Z
NALG021	Reprezentace grup	6	2/2 Z+Zk	—
NALG033	Kombinatorická teorie grup	9	2/2 Z	2/0 Zk
NALG017	Úvod do teorie grup	6	2/2 Z+Zk	—
NALG109	Teorie svazů	3	2/0 Zk	—
NALG129	Teorie svazů II	3	—	2/0 Zk
NALG083	Kombinatorika na slovech	3	2/0 Zk	—
NALG080	Seminář z kombinatorické, algoritmické a finitní algebry	3	0/2 Z	0/2 Z
NTIN071	Automaty a gramatiky	6	—	2/2 Z+Zk
NAIL062	Výroková a predikátová logika	6	2/2 Z+Zk	—
NAIL063	Teorie množin	3	—	2/0 Zk
NLTM001	Teorie množin	6	—	2/2 Z+Zk
NLTM003	Forsing	3	2/0 Zk	—
NLTM004	Seminář z forsingu	3	—	0/2 Z
NLTM005	Topologická dynamika	3	—	2/0 Zk
NLTM006	Základy matematické logiky	3	—	2/0 Zk
NLTM010	Matematická logika a aritmetika	3	—	2/0 Zk
NLTM011	Teorie modelů	6	—	2/2 Z+Zk

NLTM014	Nestandardní seminář I	3	0/2 Z	—
NLTM015	Nestandardní seminář II	3	—	0/2 Z
NLTM026	Booleovy algebry	3	2/0 Zk	—
NLTM030	Úvod do teorie množin	6	2/2 Z+Zk	—
NLTM034	Seminář z počtů I	3	0/2 Z	—
NLTM035	Seminář z počtů II	3	—	0/2 Z
NLTM036	Základní nestandardní seminář	3	—	0/2 Z
NMAI020	Základy teorie metrických prostorů	3	—	2/0 Zk
NMUE023	Logika a teorie množin	3	2/0 Zk	—
NTIN062	Složitost I	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN063	Složitost II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN064	Vyčíslitelnost I	3	2/0 Zk	—
NTIN065	Vyčíslitelnost II	3	—	2/0 Zk
NTIN073	Rekurze I	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN074	Rekurze II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN085	Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti I	5	2/1 Z+Zk	—
NTIN086	Vybrané kapitoly z výpočetní složitosti II	5	—	2/1 Z+Zk
NTIN088	Algoritmická náhodnost I	3	2/0 Zk	—
NTIN089	Algoritmická náhodnost II	3	—	2/0 Zk
NTIN090	Základy složitosti a vyčíslitelnosti	5	2/1 Z+Zk	—
NRFA071	Deskriptivní teorie množin I	3	2/0 Zk	—
NRFA072	Deskriptivní teorie množin II	3	—	2/0 Zk
NRFA081	Deskriptivní teorie množin — Borelovské ekvivalence	3	—	2/0 Zk
NMAI067	Logika v informatice	3	2/0 Zk	—
NAIL021	Booleovské funkce a jejich aplikace	3	2/0 Zk	—
NAIL056	Logický seminář I	3	0/2 Z	—
NAIL080	Logický seminář II	3	—	0/2 Z
NMIB002	Složitost pro kryptografii	6	4/0 Zk	—
NALG050	Studentský logický seminář I	3	0/2 Z	—
NALG051	Studentský logický seminář II	3	—	0/2 Z
NALG108	Úvod do matematické logiky	3	2/0 Zk	—
NMAI040	Úvod do teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NDMI066	Algebraická teorie čísel	3	2/0 Zk	—
NDMI045	Analytická a kombinatorická teorie čísel	3	—	2/0 Zk
NMIB004	Samoopravné kódy	6	4/0 Zk	—
NMIB001	Teorie čísel a RSA	6	—	2/2 Z+Zk
NMIB013	Algebraická geometrie v kladné charakteristice	6	—	4/0 Zk
NMIB015	Eliptické křivky	6	4/0 Zk	—

NMIB021	Seminář z matematiky inspirované kryptografií	3	—	0/2 Z
NALG079	Algebraické testy prvočíslnosti	3	—	2/0 Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Algebra

I. Širší základ

Povinná část.

I.1 Základy algebry

Teorie grup: konečné grupy, Sylowovy věty, struktura konečně generovaných komutativních grup, volné grupy a jejich podgrupy.

Okruhy, moduly a reprezentace algeber: noetherovské okruhy, Groebnerovy báze, Projektivní a injektivní moduly, Krull–Schmidtova věta. Lineární reprezentace grafů a moduly nad algebrami cest.

Univerzální algebra: Variety algeber, Birkhoffova věta. Svazy kongruencí. Přepisující systémy.

II. Pokročilé partie

Studující si vybere po dohodě se školitelem dvě různá témata z pokročilých partií specializace „Algebra“, „Teorie čísel“ nebo „Matematická logika.“ Aspoň jedno z nich ale musí být některé z následujících (II.1–II.9):

II.1. Teorie grup

Akce grupy na množině. Permutační, řešitelné a nilpotentní grupy. Lineární grupy. Jenoduché konečné grupy, jednoduchost A_n a $PSL_n(K)$. Základy teorie rozšíření grup, semidirektní součiny grup. Grupová algebra a reprezentace grup, Maschkeho věta, tabulky charakterů, modulární a integrální reprezentace.

II.2 Binární systémy

Levodistributivní grupoidy (volné, monogenerované, problém slov), souvislost s grupami pletenců. Mediální a oboustranně distributivní grupoidy, rovnicová teorie mediálních idempotentních grupoidů. Normální podkvazigrupy a kongruence lup a kvazigrup, nuklea, centrum, nilpotence. Vazby na multiplikační grupu. LCC, CC, extra, bolovské a moufangovské lupy. Inverzní vlastnosti, diasociativita. Izotopie, centrální a mediální kvazigrupy. Toyodova věta.

II.3 Komutativní algebra I

Komutativní noetherovské okruhy: spektrum, lokalizace, primární rozklady, Krullova věta o dimenzi. Celistvá rozšíření, Dedekindovy obory, faktorizace ideálů. Algebraické množiny, radikálové ideály, Hilbertova věta o nulách.

II.4 Komutativní algebra II

Galoisova rozšíření, grupy a korespondence. Normy a stopy. Cyklická a radikálová rozšíření, neřešitelnost polynomiálních rovnic v radikálech. Tenzorový součin, lokalizace a zúplnění modulů. Regulární posloupnosti, hloubka, Auslander–Buchsbaumova věta. Cohen–Macaulayovy a Gorensteinovy okruhy.

II.5 Teorie modulů

Direktní limity. Čistě–injektivní moduly, modelově–teoretické souvislosti. Funktory Ext a dlouhá exaktní posloupnost. Filtrace. Dekonstruovatelnost pro regulární a singulární kardinály (závislost na rozšíření ZFC, Hillovo lemma, Shelahova věta o singulární

kompaktnosti). Struktura Whiteheadových a Baerových modulů. Kategorie modulů, Moritova věta.

II.6 Teorie reprezentací algeber

Konečně dimenzionální algebry jako faktory algeber cest grafů. Skoro štěpitelná zobrazení, AR–posloupnosti, AR–graf konečně dimenzionální algebry. Dědičné algebry. Konečný, krotký a divoký typ. Gabrielova věta. Vychylující moduly a vychýlené algebry. Derivované kategorie.

II.7 Univerzální algebra a teorie svazů

Svazy variet, reprezentační věty, konečně bázované variety, Malcevovy podmínky, primální algebry a jejich zobecnění, rovnicová logika, aritmetika volných svazů, algebraické reprezentace svazů, variety svazů, modulární a geometrické svazy.

II.8 Univerzálně algebraické metody v CSP

Minimální množiny konečných algeber, jejich typy, uniformita, separace a hustota. Struktura minimálních množin. Abelovskost a řešitelnost obecných algeber. Charakterizace vypouštění typů pro lokálně konečné variety. Souvislost složitosti CSP a klonu polymorfismů. Schaeferova věta. Malcevské CSP, problémy konečné šířky.

II.9 Kombinatorika na slovech

Dicksonovo lemma. F–pologrupy (minimální množina generátorů, kódy, podmínka stability, řady pologrupy). Chomského hierarchie (formální gramatiky a odpovídající automaty, Kleenova věta, pumpovací lemmata, Parikhova věta). Rovnice ve volných monoidech (věta o kompaktnosti, grafové lemma, vlastnosti defektu, ekvivalenční a testovací množiny). Postův korespondenční problém.

Doporučená literatura

- Anderson, F. W., Fuller, K. R.: **Rings and Categories of Modules. GTM 13.** 2nd ed. Springer, New York, 1992.
- Assem I., Simson, D., Skowronski, A.: **Elements of the Representation Theory of Associative Algebras I. LMSST 65.** Cambridge University Press, Cambridge, 2006.
- Berstel, J., Perrin, D.: **Theory of Codes.** Academic Press, London, 1985.
- Bruck, R. H.: **A Survey of Binary Systems.** Springer, Berlin, 1971.
- Bruns, W., Herzog, J.: **Cohen–Macaulay Rings. CSAM 39.** Cambridge University Press, Cambridge, 1998.
- Bulatov, A., Krokhin, A., Larose, B.: **Dualities for constraint satisfaction problems.** In: *Complexity of Constraints, LNCS 5250.* Springer, New York, 2008.
- Bulatov, A., Valeriote, M.: **Results on the algebraic approach to the CSP.** *Proc. Dagstuhl Sem., LNCS, Springer, New York, 2008.*
- Burris, S., Sankappanavar, H. P.: **A Course in Universal Algebra.** Springer, New York, 1981.
- Crawley, P., Dilworth, R. P.: **Algebraic Theory of Lattices.** Prentice Hall, 1973.
- Dehornoy, P.: **Braids and Self Distributivity.** Birkhauser. Basel, 2000.
- Eilenberg, S.: **Automata, languages and machines A and B.** Academic Press, 1973, 1974.
- Eisenbud, D.: **Commutative Algebra. GTM 150.** Springer, New York, 1995.

- Eklof, P. C., Mekler, A. H.: **Almost-Free Modules**. 2nd ed. Elsevier, Amsterdam, 2002.
- Enochs, E. E., Jenda, O. M. G.: **Relative Homological Algebra**. GEM 30. W. de Gruyter, Berlin, 2000.
- Facchini, A.: **Module Theory**. Birkhauser, Basel, 1998.
- Goebel, R., Trlifaj, J.: **Approximations and Endomorphism Algebras of Modules**. GEM 41. W. de Gruyter, Berlin, 2006.
- Gratzer, G.: **General Lattice Theory**. 2nd ed. Birkhauser, Basel, 1998.
- Hobby, D., McKenzie, R.: **The structure of finite algebras**, Contemp. Math. 76. AMS, Providence, 1988.
- Jezeek, J.: **Universal Algebra**. Text přístupný na <http://www.karlin.mff.cuni.cz/~jezek>.
- Lallement, G.: **Semigroups and combinatorial applications**. Wiley, 1979.
- Lang, S.: **Algebra**. 3rd ed. Academic Press, New York, 1993.
- Lothaire, M.: **Algebraic Combinatorics on Words**. Cambridge University Press, Cambridge, 2002.
- Lothaire, M.: **Applied Combinatorics on Words**. Cambridge University Press, Cambridge, 2005.
- Lothaire, M.: **Combinatorics on Words**. Cambridge University Press, Cambridge, 1997.
- Matsumura, H.: **Commutative Ring Theory**. CSAM 8. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- Pflugfelder, H. O.: **Quasigroups and Loops: Introduction**. Heldermann Vlg, Berlin, 1990.
- Prochazka, L. a kolektiv: **Algebra**. Academia, Praha, 1990.
- Rotman, J. J.: **An introduction to the theory of groups**. Springer, New York, 1995.
- Rowen, L. H.: **Graduate Algebra: Commutative View**. GSM 73. AMS, Providence, 2006.
- Rowen, L. H.: **Graduate Algebra: Noncommutative View**. GSM 91. AMS, Providence, 2008.
- Rozenberg, G., Salomaa, A. (eds.): **Handbook of Formal Languages**, vol. 1 – 3. Springer, 2004.
- Weibel, C.: **An Introduction to Homological Algebra**. CSAM 38. Cambridge University Press, Cambridge, 1994.
- Weintraub, S. H.: **Representation Theory of Finite groups**. GSM 59. AMS, Providence, 2003.

Matematická logika

I. Širší základ

Povinná část.

I.1 Základy logiky

Výroková logika a logika prvního řádu. Struktury prvního řádu, Tarského definice splňování. Predikátový počet, dokazatelnost. Věty o úplnosti a o kompaktnosti. Teorie množin jako teorie prvního řádu. Godelova věta o neúplnosti a o nedokazatelnosti bezespornosti. Turingovy stroje: universální stroj, algoritmicky nerozhodnutelné problémy, halting problem. Eliminace kvantifikátorů v uspořádaném tělese reálných čísel.

II. Pokročilé partie

Studující se vybere po dohodě se školitelem dvě z uvedených šesti témat.

II.1. Obecná teorie modelů

Základní pojmy: podstruktura a elementární podstruktura, diagram, homomorfismus, vnoření a elementární vnoření, isomorfismus. Löwenheim–Skolemovy věty. Modelová úplnost. Definovatelné množiny, typy, eliminace kvantifikátorů. Konstrukce modelů: pomíjení typů, Henkinova konstrukce, Skolemizace. Craigova interpolace, elementární řetězce, Robinsonova věta o bezespornosti, nerozlišitelné prvky. Saturované a homogenní modely, prvomodely. Ultraprodukt a jeho základní vlastnosti. Elementární třídy.

II.2 Aplikovaná teorie modelů

Realně uzavřená uspořádaná tělesa a jejich redukty a rozšíření, Věty Tarského a Wilkiova. ω -minimální struktury a jejich základní geometrické a topologické vlastnosti. Stabilní a omega-stabilní teorie, nespočetná kategoričnost, Morleyho věta. Minimální a silně minimální struktury, obecné uzávěrové operace, geometrie a dimenze v silně minimálních strukturách. Omega-stabilní grupy, Cherlin–Zilberova hypotéza. Hrushovského amalgamací metoda.

II.3. Teorie množin

Axiomatika teorie ZFC. Axiom výběru AC, Zornovo lema, dobrá uspořádání. Ordinalní a kardinální aritmetika, transfinitní indukce. Nekonečná kombinatorika: nezávislé a skorodisjunktní systémy množin, Ramseyova věta, uzavřené a neomezené množiny a stacionární množiny, diamantový princip, Martinův axiom. Stromy (Suslinovy, Aronszajnovy, Kurepovy), Suslinova hypotéza. Booleovy algebry, ultrafiltry, Stoneova dualita. GCH. Konstruktivní množiny, axiom $V=L$. GCH a AC v L. Forcing a Booleovské modely, nezávislost CH. Nedosažitelné a měřitelné kardinály, elementární vnoření. Deskriptivní teorie množin: Borelovské, analytické a projektivní množiny, nekonečné hry, determinovanost. Uniformizační věty. Borelovské ekvivalence. Polské prostory, Polské grupy a jejich akce.

II.4. Teorie vyčíslitelnosti

Částečně rekurzivní funkce, rekurzivní množiny a rekurzivně spočetné množiny. Univerzální částečně rekurzivní funkce, index. Věty o rekurzi, Riceova věta. Kreativní množiny. Efektivní neoddělitelnost. Operace skoku. Aritmetická hierarchie. Stupně nerozhodnutelnosti. Aritmetický forcing, prioritní metody. Kolmogorovská složitost, základy algoritmické náhodnosti.

II.5 Teorie důkazů a formální aritmetika

Gentzenův sekvenční kalkulus, eliminace řezu, Herbrandova věta. Craigova interpolace. Robinsonova aritmetika Q a Peanova aritmetika PA. Interpretovatelnost teorií. Nerozhodnutelnost Q a PA. Dokazatelé totální rekursivní. Nemožnost konečné axiomatizace PA. Logika druhého řádu, jednoduchá teorie typů, infinitární logika. Reversní matematika. Neklasické logiky: intuitionistická, modální, vícehodnotové.

II.6 Logika a složitost

Časová a prostorová složitost algoritmů, hlavní třídy složitosti. Boolovské obvody a hlavní známé spodní odhady na jejich velikost. Koncept přirozených důkazů spodních odhadů (Razborov–Rudich). Teorie konečných modelů, deskriptivní složitost. Definovatelnost v konečných strukturách, Faginova věta. Logiky s operátorem pevného bodu.

0–1 zákony. Ehrenfeucht–Fraïssého metoda. Lokalita a věty Gaifmana a Hanfa. Oblázkové hry. Problém spektra. Důkazová složitost, výrokové důkazové systémy (Cook–Reckhow). Resoluce, DPLL algoritmus pro SAT a jejich souvislost. Fregeho systémy a rozšířené Fregeho systémy. Spodní odhad na délku důkazů v resoluci. Omezená aritmetika. Definovatelnost polynomiální hierarchie. Dosvědčovací funkce a vyhledávací problémy. Překlady do výrokové logiky. Problém konečné axiomatizovatelnosti.

Doporučená literatura

- Balcar, B., Stěpánek, P.: **Teorie množin**. *Academia, Praha, 1986, 2001.*
- Bartoszynski, T., Judah, H.: **Set Theory, On the Structure of Real Line**. A. K. Peters, Wellesley, Massachusetts, 1995.
- Barwise, J. (ed.): **Handbook of Mathematical Logic**. *NHPC, 1972 (rusky Nauka, Moskva, 1982).*
- Buss, S. R. (ed.): **Handbook of Proof Theory, Studies in Logic and the Foundations of Mathematics 137**. *Elsevier, Amsterdam, 1998.*
- Cook, S. A., Nguyen, P.: **Logical foundations of proof complexity**. *Cambridge University Press.*
- Demuth, O., Kryl, R., Kučera, A.: **Teorie algoritmů I, II**. *SPN, Praha, 1984, 1989.*
- Devlin, K. J.: **Constructibility**. *Springer–Verlag, Heidelberg, 1984.*
- Dries van den, L.: **Tame Topology and O–minimal Structures**. *London Mathematical Society Lecture Note Series, no. 248, 1998.*
- Ebbinghaus, H.–D., Flum, J., Thomas, W.: **Mathematical Logic**. *Springer–Verlag, Heidelberg, 1984.*
- Ebbinghaus, H.–D., Flum, J.: **Finite Model Theory**. *Springer–Verlag, 2005.*
- Gabbay, D., Guenther, F. (eds.): **Handbook of Philosophical Logic I–IV**. D. Riedel Publishing comp., 1983.
- Hájek, P., Pudlák, P.: **Metamathematics of First–Order Arithmetic**. *Springer–Verlag, Heidelberg, 1993.*
- Hodges, W.: **Model Theory**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1993.*
- Chang, C. C., Keisler, H. J.: **Model–Theory**. *NHPC, New York, 1973 (rusky Mir, Moskva, 1977).*
- Jech, T.: **Set Theory**. *Springer–Verlag, 2002.*
- Kechris, A.: **Classical descriptive set theory**. *Springer–Verlag, New York, 1994.*
- Krajíček, J.: **Bounded arithmetic, propositional logic, and complexity theory**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1995.*
- Kunen, K.: **Set Theory, An Introduction to Independence Proofs**. *NHPC, New York, 1980.*
- Laxembourgh, W. A. J., Stroyan, K. D.: **Introduction to the Theory of Infinitesimals**. *Academic Press, London, 1976.*
- Li, M., Vitanyi, P.: **An Introduction to Kolmogorov Complexity and Its Applications**. *Springer, 1997.*
- Marker, D.: **Model Theory — An Introduction**. *Springer, 2002.*
- Moschovakis, Y.: **Descriptive Set Theory**. *North–Holland, 1980.*
- Odifreddi, P.: **Classical Recursion Theory. The Theory of Functions and Sets of Natural Numbers**. *NHPC, New York, 1989.*
- Papadimitriou, C. H.: **Computational Complexity**. *Addison Wesley, 1994.*

- Pillay, A.: **Geometric Stability Theory**. Clarendon Press, Oxford, 1996.
- Priest, G.: **An Introduction to Non-Classical Logic** Cambridge University Press, 2001.
- Rogers, H., Jr.: **Theory of Recursive Functions and Effective Computability**. Mc Graw-Hill, New York, 1967.
- Shelah, S.: **Classification Theory**. NHPC, New York, 1990.
- Shelah, S.: **Proper and Improper Forcing**. Springer-Verlag, Heidelberg, 1998.
- Shoenfield, J. R.: **Mathematical Logic**. Addison Wesley Publishing Company, Reading, 1967 (rusky Nauka, Moskva, 1975).
- Simpson, S.: **Subsystems of second order arithmetic**. Springer-Verlag, New York, 1999.
- Soare, R. I.: **Recursively Enumerable Sets and Degrees, A Study of Computable Functions and Computably Generated Sets**. Springer-Verlag, Heidelberg, 1987.
- Takeuti, G.: **Proof Theory**. Elsevier, Amsterdam, 1987.

Teorie čísel

I. Širší základ

Teorie čísel: Hustota prvočísel, Legendreovy a Jacobiho symboly, kvadratická reciprocity, řetězové zlomky, kvadratická číselná tělesa, Rabinův–Millerův algoritmus a RSA, kvadratické síto.

Kryptologie: Generátory pseudonáhodných čísel, symetrické a proudové šifry, hašovací funkce, dokazatelná bezpečnost, kryptografické protokoly, důkazy s nulovou znalostí.

Počítačová algebra: Berlekampův algoritmus pro faktorizaci polynomů. Groebnerovy báze a Buchbergerův algoritmus. Faktorizace polynomů s celočíselnými koeficienty.

II. Pokročilé partie oboru

Studující si vybere po dohodě se školitelem dvě různá témata z pokročilých partií specializace „Algebra“, „Teorie čísel“ nebo „Matematická logika.“ Aspoň jedno z nich ale musí být některé z následujících (II.1–II.4):

II.1 Pokročilé kryptoanalytické metody

Teorie booleovských funkcí, S-boxy, jejich kryptografické vlastnosti, lineární a diferenciální kryptoanalýza, LLL-algoritmus a jeho kryptoanalytické aplikace.

II.2 Faktorizace

Struktura číselných těles (norma, prvoideály, ramifikace, jednotky). Rozklad ideálu na prvoideály v číselných tělesech (Pohst–Zassenhausova věta, Dedekindovo kritérium). Celoobory a celistvá báze. Duální báze. Číselné síto a jeho dílčí algoritmy (hledání odmocniny, volba polynomu aj.). Další faktorizační algoritmy ($p-1$, $p+1$, rho, použití eliptických křivek) a jejich význam pro číselné síto. Testy a důkazy prvočíselnosti (kvadratický Frobeniův, N-1 test, ECPP, algoritmy pracující v polynomiálním čase).

II.3 Samoopravné kódy

Klasická teorie cyklických kódů. Samoduální kódy a teorie invariantů. Konvoluční kódy. Turbo kódy. Dekódovací algoritmy, zejména Viterbiho a různé algoritmy pro Reed–Solomonovy kódy. Kvaternární kódy. Pokrývací poloměr a aplikace ve steganografii. Podrobná znalost BCH, alternatních, Kerdockových, Preparatových, Justensenových, Reedových–Mullerových a QR kódů. Asymptotické odhady a konstrukce

asymptoticky dobrých kódů. LDPC kódy. MDS kódy. Základní odhady (Plotkin, Hamming, Griesmer, Singleton, Johnson, Gilbert–Varšamov, lineární programování).

II.4 *Eliptické křivky*

p -adická čísla. Variety nad konečnými tělesy (Frobeniův morfismus, Hasse–Weilova věta pro jakobián, Tatova věta). Aritmetika eliptických křivek (grupový zákon, racionální body, torzní body, izomorfismy a izogenie). Montgomeryho skalární násobení. Párování a jeho implementace. Výpočet počtu bodů (elementární metody, Schoofův a Satohův algoritmus, komplexní násobení). Výpočet diskrétního logaritmu (čínská věta o zbytku, baby–step giant–step, Pollardovy metody). Kryptografie založená na párování. Použití eliptických křivek pro faktorizaci a testy prvočíselnosti.

Doporučená literatura

- Cassels, J. W. S.: **Local Fields**. *Cambridge University Press, Cambridge, 1986*.
- Cohen H.: **A course in computational algebraic number theory**. *Springer, Berlin, 1993*.
- Cohen, H., Frey, G. et al. (eds.): **Handbook of Elliptic and Hyperelliptic Curve Cryptography**. *Chapman & Hall–CRC, Boca Raton, 2005*.
- Crandall, R., Pomerance, C.: **Prime Numbers — A Computational Perspective**. *2nd ed. Springer, New York, 2005*.
- Goldreich, O.: **Foundations of Cryptography, Basic Tools**. *Cambridge University Press, Cambridge, 2001*.
- Gôuvea, F. Q.: **P -adic Numbers: An Introduction**. *Springer, New York, 1997*.
- Hardy, G. H., Wright, E. M.: **An Introduction to the Theory of Numbers**. *Clarendon Press, Oxford, 1945*.
- Ireland, K., Rosen, M.: **A classical introduction to modern number theory**. *Springer, Berlin, 1990*.
- Koblitz, N.: **Introduction to Elliptic Curves and Modular Forms**. *Springer, 1993*.
- Koblitz, N.: **P -adic Numbers, P -adic Analysis and Zeta–Functions**. *Springer, 1984*.
- Lang, S.: **Algebra**. *Springer, New York, 2003*.
- Lang, S.: **Algebraic Number Theory**. *Springer, New York, 1994*.
- Marcus, D. A.: **Number Fields**. *Springer, 1977*.
- Menezes, A.J. et al. (eds.): **Handbook of Applied Cryptography**. *Chapman & Hall–CRC, Boca Raton, 2006*.
- Milne, J. S.: **Algebraic Number Theory**. *Text přístupný na <http://www.jmilne.org/math/>* .
- Milne, J. S.: **Elliptic Curves**. *Text přístupný na <http://www.jmilne.org/math/>* .
- Pless, V. S., Brualdi, R. A., Huffman, W. C. (eds.): **Handbook of Coding Theory**. *North Holland, 1998*.
- Silverman, J. H.: **The Arithmetic of Elliptic Curves**. *Springer, 1986*.
- Studing, J.: **Diophantine Analysis**. *Chapman & Hall, 2005*.
- Stinson, D. R.: **Cryptography: Theory and Practice**. *CRC Press, Boca Raton, 2006*.
- Sudan, M.: **Algorithmic Introduction to Coding Theory**. *Text přístupný na <http://theory.lcs.mit.edu/~madhu/FT01/course.html>* .

4M2 Geometrie a topologie, globální analýza a obecné struktury

Rada doktorského studijního oboru 4M2

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m2.htm>.

Zkušební komise K3

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk03.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M2

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M2.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMAT007	Algebraická topologie 1	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT008	Algebraická topologie 2	6	—	2/2 Z+Zk
NGEM003	Reprezentace Lieových grup 1	6	2/2 Z+Zk	—
NGEM011	Základy Riemannovy geometrie 1	6	—	2/2 Z+Zk
NGEM001	Úvod do algebraické geometrie	3	—	2/0 Zk
NGEM013	Seminář z harmonické analýzy a teorie reprezentací I	3	0/2 Z	—
NGEM014	Seminář z harmonické analýzy a teorie reprezentací II	3	—	0/2 Z
NGEM004	Seminář z diferenciální geometrie I	3	0/2 Z	—
NGEM005	Seminář z diferenciální geometrie II	3	—	0/2 Z
NLTM003	Forsing	3	2/0 Zk	—
NLTM034	Seminář z počtů I	3	0/2 Z	—
NLTM035	Seminář z počtů II	3	—	0/2 Z
NMAT005	Topologický seminář	3	0/2 Z	0/2 Z
NMAT001	Základy teorie kategorií	6	2/2 Z+Zk	—

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Výběr alespoň tří témat z následujících:

I.1. Obecná topologie

Základní pojmy. Urysonovo lemma, Tietzeova věta. Souvislost a lokální souvislost. Kompaktnost a lokální kompaktnost. Tichonovova věta, Stoneova–Weierstrassova věta, Čechova–Stoneova kompaktifikace. Parakompaktnost. Stoneova věta o parakompaktnosti metrických prostorů. Metrizovatelné prostory, metrizační věty, úplnost metrických prostovů. Topologické grupy, základní vlastnosti. Uniformní prostory a stejnoměrně spojitá zobrazení, metrizovatelnost, úplnost.

I.2. Teorie množin

Axiomatika teorie množin. Ordinální a kardinální čísla, základní aritmetika s nimi. Axiom výběru a jeho ekvivalenty, transfinitní rekurse. Nekonečna kombinatorika, stacionární množiny. Ramseyova věta, Erdosova–Radoova věta, lemma o delta systému, nezávislé systémy. Částečná uspořádání.

I.3. Teorie kategorií

Kategorie a funktory, příklady. Přirozené transformace a ekvivalence, příklady. Limity a kolimity, úplnost, jejich tvar v konkrétních kategoriích. Adjunkce, reflektivita a korelektivita. Uzavřené a kartézsky uzavřené kategorie. Malé kategorie. MacLaneova reprezentace.

I.4. Vybrané partie z algebry

Tenzorová algebra, speciálně multilineární algebra. Vybrané partie z teorie okruhů a modulů (rozšíření, resolventy, gradace, filtrace). Základy homologické algebry (homologie komplexů, kohomologie grup a jiných algebraických systémů).

I.5. Riemannovy variety

Teorie konexí. Paralelní přenos. Riemannova metrika, Riemannovy konexe, tenzory křivosti a jejich význam. Sekcionální křivost a její význam. Geodetické křivky. Homogenní Riemannovy variety. Hermitovské metriky. Podvariety euklidovského prostoru. Grupy holonomií.

I.6. Analýza na varietách

Vektorové fibrované prostory, jejich klasifikace. Diferenciální operátory, invariantní diferenciální operátory na homogenních varietách. Integrace na varietách. Základy integrální geometrie na varietách. Fourierova a Radonova transformace. Komplexní variety, holomorfní a meromorfní funkce.

I.7. Lieovy grupy a algebry

Klasifikace jednoduchých Lieových algeber a jejich konečnědimenzionálních reprezentací. Rozklad tensorového součinu na ireducibilní komponenty. Klimykova formule. Charaktery reprezentací a charakterové formule (Weylova. Freudenthalova aj.).

I.8. Algebraická topologie

Homologické a kohomologické grupy (buto simplicialní nebo singuární) a jejich výpočet. Borsukovy věty, věty o invariantnosti oblastí a o invariantnosti dimenze, základní věta algebry. Eulerova věta. Stupeň zobrazení. Lefschetzova věta o pevném bodu. De Rhamovy kohomologie. Základy homotopické teorie.

II. Pokročilé partie oboru

Výběr jednoho z následujících témat:

II.1. Obecná topologie

Bezbodové přístupy k topologii. Různé varianty Stoneovy duality. Booleovy algebry, Heytingovy algebry, spojité svazy, s nimi spojené duality. Zesilování struktury bezbodové topologie. Prostory spojitých funkcí, možné topologie na nich, Arzelova–Ascoliho věta, $C_p(X)$. Kardinální invarianty topologických prostorů, jejich vzájemné vztahy. Prostory ultrafiltrů, kardinální charakteristiky. Počítačová topologie. Topologická dynamika, skoro periodické body, klasifikace dynamických systémů, Ellisův obal, rekurence v dynamických systémech, aplikace v kombinatorice. Vlastnosti topologických prostorů související s kombinatorickými principy teorie množin. Struktury spojitosti, teorie miformních a proximitních systémů.

II.2. Teorie množin

Booleovy algebry, částečná uspořádání. Stoneova dualita, strukturální vlastnosti. Kombinatorické principy, Martinův axiom, Fodorova–Solovayova věta, Silverova věta, Suslinovy a Aronszajnovy stromy. Kurepova hypotéza, Hausdorffův gap. Základy forcingu. PFA. Elementární podstruktury, ultraprodukt, základy pcf teorie.

II.3. Teorie kategorií

Monády a monadické kategorie. Kategorie a logika. Základy teorie toposů. Konkrétní kategorické otázky speciálních struktur. Teorie konkrétních kategorií a struktur. Iničiální a terminální vytváření objektu. Algebraické a topologické kategorie. Úplná a skoro úplná vnoření. Strnulé objekty, strnulé grafy, algebry a prostory. Univerzalita a skoro univerzalita, skoro univerzalita kategorie parakompaktních prostorů.

II.4. Geometrie homogenních a symetrických prostorů

Homogenní prostory, reduktivní prostory, kanonické konexe. Invariantní metriky a diferenciální operátory na homogenních prostorech, zvláště riemannovských. Teorie riemannovských symetrických prostorů, příklady, klasifikace. Některá zobecnění symetrických prostorů, Einsteinovy prostory.

II.5. Parabolické struktury na varietách

Graduované Lieovy algebry, jejich reálné formy. Hlavní fibrované prostory, konexe, kovariantní derivace a jejich křivosti. Homogenní diferenciální operátory. Cartanovy a parabolické geometrie, Cartanova konexe a její křivost. Konformní, projektivní, kvaternionické geometrie a další příklady parabolických geometrií.

II.6. Integrální geometrie a komplexní analýza

Funkce více komplexních proměnných. Komplexní variety, Hermitovské a Kaehlerovy variety. Svazky a předsvazky. Diferenciální formy na komplexních varietách a Dolbeautovy kohomologie. Radonova a Penroseova transformace.

II.7. Invariantní diferenciální operátory

Spin struktury na Riemannových varietách. Dirakův operátor jeho vlastnosti, Laplaceův operátor. Spektrální vlastnosti diferenciálních operátorů. Teorie operátorů Dirakova typu. Konformní invariance operátorů na konformní varietě. Bochnerova a Weitzenbockovy formule. Invariantní operátory pro jiné geometrické struktury.

II.8. Algebraická topologie

Derivované funktory. Spektrální posloupnosti a jejich aplikace. Fibrace, homologická a homotopická teorie fibrací. Topologie Lieových grup a klasifikačních prostorů.

Charakteristické třídy vektorových bandlů, Chern–Weilův izomorfismus. Základy K–teorie. Kohomologické operace. Teorie obstukcí. Indexové věty Operády, algebry nad operádami.

Doporučená literatura

Adámek, J., Herrlich H., Strecker G.: **Abstract and Concrete Categories.** Wiley, New York, 1990.

Adámek, J.: **Matematické struktury a kategorie.** SNTL, Praha, 1982.

Balcar, B., Štěpánek, P.: **Teorie množin.** Academia, Praha, 1980.

Borceaux, F., Bosche van den, G.: **Algebra in a Localic Topos with Applications to Ring Theory.** Springer, 1983.

Ellis, R.: **Lectures in Topological Dynamics.** Benjamin, New York, 1967.

Engelking, R.: **General Topology.** PWN, Warszawa, 1977.

Friedrich, Th.: **Dirac Operatoren in der Riemannschen Geometrie.** Wiesbaden, 1997.

Fulton, W., Harris, J.: **Representation Theory.** A first course, GTM 129. Springer New York, 1991.

Furstenberg, H.: **Reccurrence in Ergodic Theory and Combinatorial Number Theory.** Princeton University Press, Princeton, 1981.

Gillmann, L., Jerison, M.: **Rings of continuous functions.** D. van Nostrand, New York, 1960.

Harris, J.: **Algebraic geometry.** A first course, GTM 133. Springer, New York, 1992.

Hatcher A.: **Algebraic Topology.** Text přístupný na <http://www.math.cornell.edu/~hatcher/AT/ATpage.html> .

Helgason, S.: **Differential geometry, Lie groups and Symmetric spaces.** Pure and Appl. Math. 80, Ac. Press, 1978.

Isbell J. R.: **Uniform spaces.** Amer. Math. Soc., Providence, 1964.

Johnstone, P. T.: **Stone Spaces.** Cambridge University Press, Cambridge, 1982.

Johnstone, P. T.: **Topos Theory.** Academic Press, London, 1972.

Juhásy, I.: **Cardinal functions in topology — Ten Years Later.** Math Centre Tracts 125, Amsterdam, 1980.

Juhásy, I.: **Cardinal Functions in Topology.** Math. Centre Tracts 34, Amsterdam, 1975.

Kelley, J. L.: **General Topology.** Van Nostrand, New York, 1955.

Kunen, K.: **Set Theory — An Introduction to Independence Proofs.** North-Holland, Amsterdam, 1980.

Lawson, B. L., Michelsohn, M. L.: **Spin Geometry.** Princeton Math. Series, Princeton, 1989.

MacLane, S.: **Categories for the Working Mathematician.** GTM5. Springer-Verlag, New York, 1970.

MacLane, S.: **Homology.** Academic Press, New York, 1963.

Massey, W.: **Singular Homology theory.** GTM 70. Springer, New York, 1976.

Monk, J. D., Bonnet, R.: **Handbook of Boolean Algebras, vol 1.** North-Holland, Amsterdam, 1989.

Pult, A.: **Podprostory Euklidových prostorů.** SNTL, Praha, 1986.

- Pultr, A., Trnková, V.: **Combinatorial, Algebraic and Topological Representations of Groups, Semigroups and Categories.** *Academia, Praha, 1980.*
- Rudin, M. E.: **Lectures on Set Theoretic Topology.** *Amer. Math. Soc., Providence, 1975.*
- Samelson, H.: **Notes on Lie algebras.** *Van Nostrand, New York, 1969.*
- Sharpe, R. W.: **Differential geometry.** *GTM 166. Cartans Generalization of Kleins Erlangen Program, Springer, 1997.*
- Wells, R. O. jr.: **Differential analysis on complex manifolds.** *GTM65. Springer New York, 1979.*

4M3 Matematická analýza

Rada doktorského studijního oboru 4M3

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m3.htm> .

Zkušební komise K3

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk03.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M3

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M3 .

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NMOD042	Matematická analýza modelů termodynamiky nenewtonovských tekutin	3	—	2/0 Zk
NDIR066	Matematická analýza rovnic stlačitelného proudění	3	2/0 Zk	—
NRFA057	Kvazikonformní zobrazení	6	2/0 —	2/0 Zk
NRFA079	Topologické metody ve funkcionální analýze I	3	2/0 Zk	—
NRFA080	Topologické metody ve funkcionální analýze II	3	—	2/0 Zk

MATEMATIKA

NRFA041	Borelovské a analytické množiny v analýze I	3	2/0 Zk	—
NRFA043	Borelovské a analytické množiny v analýze II	3	—	2/0 Zk
NMAT055	Moderní variační analýza	6	—	4/0 Zk
NRFA033	Reálné metody v harmonické analýze	6	2/0 —	2/0 Zk
NRFA027	Klasický a fourierovský přístup k prostorům funkcí	6	2/0 —	2/0 Zk
NDIR240	Analýza matematických modelů, popisujících pohyb tělesa v tekutině I	3	2/0 Z	—
NRFA008	Choquetova teorie, hranice a aplikace I	3	2/0 Zk	—
NRFA044	Choquetova teorie, hranice a aplikace II	3	—	2/0 Zk
NDIR057	Mechanika nenewtonovských tekutin	3	2/0 Zk	—
NDIR010	Matematická teorie Navierových-Stokesových rovnic	3	—	2/0 Zk
NDIR065	Regularita řešení Navier-Stokesových rovnic	3	2/0 Zk	—
NDIR062	Variační počet pro pokročilé I	3	2/0 Zk	—
NDIR063	Variační počet pro pokročilé II	3	—	2/0 Zk
NMAA075	Teorie integrálu pro pokročilé I	3	2/0 Zk	—
NMAA076	Teorie integrálu pro pokročilé II	3	—	2/0 Zk
NMAA077	Teorie derivace pro pokročilé I	3	2/0 Zk	—
NMAA078	Teorie derivace pro pokročilé II	3	—	2/0 Zk
NDIR067	Vybrané partie z diferenciálních rovnic	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NDIR068	Teorie řízení	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NDIR008	Teorie potenciálu I	3	2/0 Zk	—
NDIR055	Teorie potenciálu II	3	—	2/0 Zk
NRFA045	Úvod do moderní teorie reálné interpolace I	3	2/0 Zk	—
NRFA076	Úvod do moderní teorie reálné interpolace II	3	—	2/0 Zk
NRFA074	Úvod do teorie aproximací	6	2/0 —	2/0 Zk
NDIR069	Teorie globálních a exponenciálních atraktorů	3	—	2/0 Zk
NDIR058	Hyperbolické systémy a zákony zachování	3	—	2/0 Zk
NDIR142	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice pro doktorandy I	3	2/0 Zk	—

NDIR143	Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice pro doktorandy II	3	—	2/0 Zk
NRFA073	Topologické a geometrické vlastnosti konvexních množin	6	2/0 Zk	2/0 Zk
NRFA028	Seminář z teorie operátorů	3	0/2 Z	0/2 Z
NRFA053	Funkcionální analýza	3	0/2 Z	0/2 Z
NRFA001	Seminář z reálné a abstraktní analýzy	3	0/2 Z	0/2 Z
NRFA012	Seminář z teorie reálných funkcí	3	0/2 Z	0/2 Z
NMOD037	Seminář z bifurkací a jejich interpretací v biologii	3	0/2 Z	0/2 Z
NMAA009	Seminář z matematické analýzy	3	0/2 Z	0/2 Z
NRFA035	Seminář z prostorů funkcí	3	0/2 Z	0/2 Z
NRFA049	Základní vlastnosti prostorů funkcí	3	0/2 Z	0/2 Z
NDIR035	Seminář z parciálních diferenciálních rovnic	5	0/3 Z	0/3 Z
NSTP148	Seminář o stochastických evolučních rovnicích	3	0/2 Z	0/2 Z

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Zkouška se skládá ze dvou částí.

I. Širší základ

V první je student zkoušen buď ze znalostí látky z reálné, komplexní a funkcionální analýzy (tzv. blok A), nebo ze znalostí látky z teorie obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic a z teorie potenciálu (tzv. blok B), nebo (je-li to RDSO a školitelem považováno za účelné) z individuálně zadané látky sestavené z obou bloků nebo jiné látky tak, aby rozsah i obsah zkoušky byl přiměřený. O specifikaci požadavků k první části rozhodne RDSO na doporučení školitele.

I.1. Blok A

Blok A obsahuje látku z reálné analýzy, komplexní analýzy a funkcionální analýzy. Tato látka částečně pokrývá základy těchto velmi obsažných disciplín. Jde o základy moderní teorie míry a integrálu (např. Radonova míra, Haarova míra, Hausdorffova míra, Bochnerův a Pettisův integrál, Fourierova transformace), základy klasické komplexní analýzy a základní partie funkcionální analýzy (např. Banachovy algebry, spektrální analýza v Hilbertově prostoru, základy teorie distribucí, diferenciální počet v Banachových prostorech, nelineární operátorové rovnice, stupeň zobrazení).

I.2. Blok B

Blok B obsahuje tři tématické celky, a sice obyčejné diferenciální rovnice, parciální diferenciální rovnice a teorii potenciálu. Zkoušená látka je zaměřena k modernějším partiím těchto disciplín, jako jsou například dynamické systémy, optimální regulace, teorie bifurkací, variační metody, užití semigrup, rovnice typu zákonů zachování, Perron–Wiener–Brelotova metoda v teorii potenciálu.

II. Pokročilé partie oboru

Druhá část zkoušky se týká speciálnějších partií zadaných studentovi školitelem (po dohodě s RDSO) podle zaměření disertační práce.

Doporučená literatura

Arnold, V. I.: **Geometrical Methods in the Theory of Ordinary Differential Equations.** *Springer, New York, 1988.*

Axler, S., Bourdon, P., Ramey, W.: **Harmonic Function Theory.** *Springer, New York, 1992.*

Deimling, K.: **Nonlinear functional analysis.** *Springer, Berlin, 1985.*

Evans, L. C.: **Partial Differential Equations.** *American Math. Society, Providence, 1998.*

Renardy, M., Rogers, R. C.: **An Introduction to Partial Differential Equations.** *Springer, New York, 1993.*

Rudin, W.: **Functional analysis.** *McGraw-Hill, New York, 1973.*

Rudin, W.: **Real and complex analysis.** *McGraw-Hill, New York, 1974.*

4M4 Pravděpodobnost a matematická statistika

Rada doktorského studijního oboru 4M4

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m4.htm>.

Zkušební komise K4

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk04.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M4

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 4/1143, 182 08 Praha 8
<http://www.utia.cas.cz/czech-info/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M4.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NSTP029	Pokročilé partie pravděpodobnosti, statistiky a náhod. procesů I	5	3/0 Zk	—
NSTP030	Pokročilé partie pravděpodobnosti, statistiky a náhod. procesů II	5	—	3/0 Zk
NSTP135	Asymptotické metody matematické statistiky	3	0/2 Z	0/2 Z
NSTP143	Vybrané partie ze stochastiky 1	5	3/0 Zk	—
NSTP173	Vybrané partie ze stochastiky 2	5	—	3/0 Zk
NSTP148	Seminář o stochastických evolučních rovnicích	3	0/2 Z	—
NSTP151	Časové řady 1	3	2/0 Zk	—
NSTP152	Časové řady 2	3	—	2/0 Zk
NSTP153	Pravděpodobnost a stochastická analýza	6	4/0 Zk	—
NSTP154	Prostorové modelování, prostorová statistika 2	6	—	2/2 Z+Zk
NSTP155	Seminář z pravděpodobnosti pro doktorandy I	3	0/2 Z	—
NSTP156	Seminář z pravděpodobnosti pro doktorandy II	3	—	0/2 Z
NSTP178	Problémy aplikované statistiky	3	—	0/2 Z
NSTP189	Beseda KPMS	3	0/2 Z	—
NEKN031	Stochastické modelování v ekonomii a financích 1	3	0/2 Z	—
NSTP048	Neparametrické metody	3	2/0 Zk	—
NSTP049	Robustní statistické metody	3	2/0 Zk	—
NSTP157	Limitní věty pro součty náhodných veličin	3	—	2/0 Zk
NSTP158	Statistická rozhodovací teorie	3	—	2/0 Zk
NSTP176	Markovské procesy	6	—	4/0 Zk
NSTP180	Teorie odhadu	3	—	2/0 Zk
NSTP181	Testování hypotéz	3	2/0 Zk	—
NSTP182	Testování hypotéz — cvičení	3	0/2 Z	—
NSTP187	Teorie kvantové pravděpodobnosti	3	—	2/0 Zk
NDIR041	Stochastické diferenciální rovnice	6	—	4/0 Zk
NSTP139	Metody MCMC (Markov Chain Monte Carlo)	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT011	Bodové procesy	3	—	2/0 Zk
NSTP021	Bayesovské metody	3	2/0 Zk	—

NSTP183	Bayesovské metody — cvičení	3	0/2 Z	—
NSTP172	Simulační metody a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP126	Zobecněné lineární modely	6	—	2/2 Z+Zk
NSTP197	Zobecněné lineární modely — cvičení	3	—	0/2 Z

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

I. Širší základ

Diferenciální rovnice, funkcionální analýza, komplexní analýza, maticový počet, teorie míry.

II. Pravděpodobnost

Markovovy procesy, martingaly, procesy s nezávislými přírůstky, prostorové modelování, princip invariance, stacionární procesy, stochastická analýza, stochastické diferenciální rovnice, teorie spolehlivosti.

III. Matematická statistika

Teorie odhadu a testování hypotéz, rozhodovací funkce, mnohorozměrná analýza, regrese, výběrová šetření, robustní a neparametrické metody, bayesovská a sekvenční analýza, prostorová statistika, výpočetní aspekty statistických metod, analýza přežití.

Doporučená literatura

- Anděl, J.: **Základy matematické statistiky**. Matfyzpress, Praha, 2007.
- Billingsley, P.: **Convergence of Probability Measures**. Wiley, New York, 1999.
- Daley, D., Vere-Jones, D.: **Introduction to the Theory of Point Processes I. 2nd ed.** Springer, New York, 2003.
- Daley, D., Vere-Jones, D.: **Introduction to the Theory of Point Processes II. 2nd ed.** Springer, New York, 2008.
- Hewitt, E., Stromberg, K.: **Real and Abstract Analysis**. Wiley, New York, 1969.
- Jurečková, J., Sen, P. K.: **Robust Statistical Procedures**. Wiley, New York, 1996.
- Kallenberg, O.: **Foundations of Modern Probability**. Springer-Verlag, Berlin, 1997.
- Lehmann, E. L.: **Testing Statistical Hypothesis**. Chapman & Hall, New York, 1993.
- Lehmann, E. L.: **Theory of Point Estimation**. Wadsworth & Brook/Cole, Pacific Grove, 1991.
- Sen, P. K., Singer, J. M.: **Large Sample Methods in Statistics**. Chapman & Hall, London, 1993.
- Shorack, G. R.: **Probability for Statisticians**. Springer-Verlag, New York, 2000.
- Štěpán, J.: **Teorie pravděpodobnosti**. Academia, Praha, 1987.

4M5 Ekonometrie a operační výzkum

Rada doktorského studijního oboru 4M5

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m5.htm>.

Zkušební komise K4

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk04.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M5

- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 4/1143, 182 08 Praha 8
<http://www.utia.cas.cz/czech-info/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M5.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NEKN031	Stochastické modelování v ekonomii a financích 1	3	0/2 Z	—
NEKN032	Stochastické modelování v ekonomii a financích 2	3	—	0/2 Z
NSTP134	Stochastické programování a aproximace ¹	3	0/2 Z	0/2 Z
NSTP135	Asymptotické metody matematické statistiky ¹	3	0/2 Z	0/2 Z
NSTP151	Časové řady 1	3	2/0 Zk	—
NSTP152	Časové řady 2	3	—	2/0 Zk
NSTP018	Mnohorozměrná statistická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
NMAT055	Moderní variační analýza	6	—	4/0 Zk
NEKN027	Pokročilé partie optimalizace a konvexní analýzy 1	5	3/0 Zk	—
NEKN028	Pokročilé partie optimalizace a konvexní analýzy 2	5	—	3/0 Zk
NEKN029	Teorie her a vícekritériální optimalizace	6	4/0 Zk	—
NFAP040	Pojišťovnictví a finanční matematika 1	6	4/0 Zk	—

NFAP041	Pojišťovnictví a finanční matematika 2	3	—	2/0 Zk
NSTP153	Pravděpodobnost a stochastická analýza	6	4/0 Zk	—
NSTP172	Simulační metody a statistika	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP048	Neparametrické metody	3	2/0 Zk	—
NSTP049	Robustní statistické metody	3	2/0 Zk	—
NSTP194	Regrese	6	4/0 Zk	—
NEKN007	Pokročilé partie ekonometrie	3	—	2/0 Zk
NEKN026	Optimalizace II s aplikací ve financích	6	—	4/0 Zk
NSTP029	Pokročilé partie pravděpodobnosti, statistiky a náhod. procesů I	5	3/0 Zk	—
NSTP030	Pokročilé partie pravděpodobnosti, statistiky a náhod. procesů II	5	—	3/0 Zk
NEKN037	Dynamická ekonomie a ekonometrie	3	—	0/2 Z
NEKN038	Robustní ekonometrie	3	—	0/2 Z
NSTP021	Bayesovské metody	3	2/0 Zk	—
NSTP175	Stochastická analýza ve finanční matematice	3	2/0 Zk	—
NSTP185	Pokročilé partie finanční matematiky	3	—	2/0 Zk
NSTP051	Teorie pravděpodobnosti 2	3	—	2/0 Zk

¹Lze zapsat opakovaně, v zimním i letním semestru.

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Zkouška se skládá ze tří částí, jeden tématický okruh je zvolen ze širšího základu, jeden z pokročilých partií oboru a jeden v návaznosti na zadané téma doktorské dizertace.

I. Širší základ.

Konvexní a funkcionální analýza. Diferenční a diferenciální rovnice. Základy diferenciálního počtu v lineárních prostorech. Teorie matic. Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika. Kombinatorika a teorie grafů.

II. Pokročilé partie oboru.

II.1.

Ekonometrické modely. Mnohorozměrná statistická analýza. Analýza časových řad.

II.2.

Výběrová šetření. Robustní, neparametrické a bayesovské metody.

II.3.

Vybrané partie optimalizace v prostorech konečné dimenze (konvexní, vícekritériální, parametrická, stochastická, dynamická). Nehladká analýza a teorie mnohoznačných zobrazení.

II.4.

Celočíselné programování a kombinatorická optimalizace. Optimalizační úlohy na grafech a sítích.

II.5.

Matematické modely konfliktních situací. Teorie her a teorie oligopolu.

II.6.

Teorie pravděpodobnosti a stochastické procesy. Spojité, diskrétní a stochastické optimální řízení. Řízené Markovovy procesy.

II.7.

Numerické metody nelineárního a stochastického programování. Numerické metody nehladké optimalizace. Ekonomické modelování a jeho počítačové realizace. Simulační metody.

II.8.

Základy matematické ekonomie. Teorie užitku. Teorie chování spotřebitele. Teorie firmy — produkční funkce. Makroekonomické modely (Leontjevův atd.). Ekonomická dynamika.

II.9.

Systémy s nepřesnými daty. Analýza citlivosti, validace výsledků.

II.10.

Vybrané úlohy a metody operačního výzkumu (rozvrhování a síťová analýza, toky v sítích, teorie skladu, teorie hromadné obsluhy, teorie spolehlivosti, kontrola jakosti, marketing).

II.11.

Aplikace teorie pravděpodobnosti, matematické statistiky a operačního výzkumu ve financích, pojišťovnictví a dalších ekonomických oblastech.

Doporučená literatura

Anděl, J.: **Matematická statistika**. SNTL, Praha, 1978.

Cipra, T.: **Finanční ekonometrie**. Ekopress, Praha, 2008.

Cipra, T.: **Matematika cenných papírů**. HZ, Praha, 2000.

Clarke, R.: **Optimization and Nonsmooth Analysis**. Wiley Interscience, New York, 1983.

Davidson, J.: **Stochastic Limit Theory**. Advanced Texts in Econometrics. Oxford University Press, Oxford, 1994.

Dupačová, J., Hurt, J., Štěpán, J.: **Stochastic Modeling in Economics and Finance**. Kluwer, Dordrecht, 2002.

Dupačová, J.: **Portfolio Optimization and Risk Management**. Osaka University Press, Osaka, 2009.

Elton, E. J., Gruber, M. J.: **Modern Portfolio Theory and Investment Analysis**. Wiley, New York, 1987.

Fan, J., Yao, Q.: **Nonlinear Time Series**. Springer, New York, 2003.

Hamilton, J. D.: **Time Series Analysis**. Princeton University Press, Princeton, 1994.

Mendelson, E.: **Introducing Game Theory and Its Applications**. Chapman & Hall-CRC, Boca Raton, 2004.

Rockafellar, R. T., Wets, R. J.–B.: **Variational Analysis**. Springer Verlag, Berlin, 1998.

Rockafellar, R. T.: **Convex Analysis**. Princeton University Press, Princeton, 1970.

Schott, J.: **Matrix Analysis for Statistics**. Wiley, New York, 1997.

Schrijver, A.: **Theory of Linear and Integer Programming**. Wiley, New York, 1986.

Taylor, A. E.: **Úvod do funkcionální analýzy**. Academia, Praha, 1973.

Zvára, K.: **Regresní analýza**. Academia, Praha, 1989.

4M6 Vědecko–technické výpočty

Rada doktorského studijního oboru 4M6

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m6.htm>.

Zkušební komise K3

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk03.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M6

- Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8
<http://www.cs.cas.cz/>
- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>
- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn.obor&fak=11320&obor=M6.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NNUM014	Seminář numerické matematiky	3	0/2 Z	0/2 Z
NNUM068	Nespojitá Galerkinova metoda	3	—	2/0 Zk

NUM083	Seminář problémů aerodynamiky	6	0/2 Z	0/2 Z
DIR064	Teorie nelineárních diferenciálních rovnic	3	—	2/0 Zk
RFA058	Základy teorie monotónních a potenciálních operátorů	3	2/0 Zk	—
MOD001	Matematické metody v mechanice tekutin pro doktorandy	6	2/0 —	2/0 Zk
MOD004	Matematické modelování ve fyzice pro doktorandy	6	2/0 —	2/0 Zk
NUM070	Metoda konečných objemů pro stlačitelné proudění	3	2/0 Zk	—
NUM065	Doktorandský kurs z metody konečných prvků (MKP)	3	2/0 Zk	—
NUM080	Matematická teorie tvarové optimalizace pro doktorandy I	3	2/0 Zk	—
NUM081	Matematická teorie tvarové optimalizace pro doktorandy II	3	—	2/0 Zk
NUM180	Numerické metody v teorii bifurkace	3	2/0 Zk	—
NUM066	Pokročilé partie metody konečných prvků	3	2/0 Zk	—
NUM140	Vybrané partie z moderní teorie kvadratur a kubatur 1	3	2/0 Zk	—
NUM240	Vybrané partie z moderní teorie kvadratur a kubatur 2	3	—	2/0 Zk
NUM111	Numerické řešení nestacionárních úloh	6	2/2 Z+Zk	—
NUM084	Aplikace víceúrovňových metod	6	2/0 —	2/0 Zk
MOD060	Seminář modelování přenosu částic	6	0/2 Z	0/2 Z
NUM082	Aplikace stochastických metod	12	2/2 Z	2/2 Z+Zk
NUM102	Teorie spline funkcí a waveletů pro doktorandy	6	2/0 —	2/0 Zk
NUM131	Vybrané kapitoly z numerické lineární algebry 1	3	2/0 Zk	—
NUM231	Vybrané kapitoly z numerické lineární algebry 2	3	—	2/0 Zk
NUM224	Numerická simulace v elektrotechnice 1	3	2/0 Zk	—
NUM225	Numerická simulace v elektrotechnice 2	3	—	2/0 Zk
NUM132	Nelineární numerická algebra pro doktorandy I	6	2/2 Z+Zk	—

NNUM232	Nelineární numerická algebra pro doktorandy II	6	—	2/2 Z+Zk
NMOD042	Matematická analýza modelů termodynamiky nenewtonovských tekutin	3	—	2/0 Zk
NMOD140	Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek pro doktorandy 1	3	2/0 Zk	—
NMOD044	Matematické metody v mechanice kontinua tuhých látek 2	3	—	2/0 Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

1. Matematická a funkcionální analýza

Obyčejné a parciální diferenciální rovnice, klasické a slabé řešení. Integrované rovnice. Fourierova transformace. Spektrální teorie lineárních operátorů. Speciální typy operátorů, vlastnosti. Distribuce, Sobolevovy prostory. Monotónní, potenciální operátory. Nelineární diferenciální rovnice

2. Numerické metody

Metody řešení soustav lineárních algebraických rovnic. Metody pro výpočet vlastních čísel a vektorů matic. Metody řešení soustav nelineárních algebraických rovnic. Aproximace, interpolace a extrapolace. Numerické metody pro obyčejné diferenciální rovnice. Numerická integrace. Metoda sítí pro řešení diferenciálních rovnic. Metoda konečných prvků a konečných objemů. Multigradní metody.

3. Volitelné okruhy se zaměřením na téma doktorské práce

Doporučená literatura

Axelsson, O., Barker, V. A.: **Finite Element Solution of Boundary Value Problems, Theory and Computation.** *Academic Press, New York, 1984.*

Ciarlet, P. G.: **The Finite Element Method for Elliptic Problems.** *North-Holland, Amsterdam, 1978.*

Demmel, J. W.: **Applied Numerical Linear Algebra.** *PA, SIAM, Philadelphia, 1997.*

Feistauer, M., Felcman, J., Straskraba, I.: **Mathematical and Computational Methods for Compressible Flow.** *Clarendon Press, Oxford, 2003.*

Feistauer, M.: **Mathematical Methods in Fluid Dynamics.** *Longmann Scientific & Technical, Harlow, 1993.*

Fiedler, M.: **Speciální matice a jejich použití v numerické matematice.** *SNTL, Praha, 1981.*

Fučík, S., Kufner, A.: **Nelineární diferenciální rovnice.** *SNTL, Praha, 1978.*

Golub, G. H., Loan van, C. F.: **Matrix Computations.** *3rd ed., Johns Hopkins University Press, Baltimore, 1996.*

Johnson, C.: **Numerical Solution of Partial Differential Equations by the Finite Element Method.** *Cambridge University Press, Cambridge, 1988.*

Křížek, M., Neittaanmaki, P.: **Mathematical and Numerical Modelling in Electrical Engineering, Theory and Applications.** *Kluwer, Dordrecht, 1996.*

- Lukeš, J.: **Zápisky z funkcionální analýzy.** *Karolinum, Praha, 1998.*
- Lukšan, L.: **Metody s proměnnou metrikou.** *Academia, Praha, 1990.*
- Nečas, J.: **Introduction to the Theory of Nonlinear Elliptic Equations.** *Teubner, Band 52, 1983.*
- Ortega, J. M., Rheinboldt, W. C.: **Iterative Solution of Nonlinear Equations in Several Variables.** *Academic Press, New York, London, 1970.*
- Rudinà W.: **Analýza v reálném a komplexním oboru** *Academia, Praha, 2003.*
- Saad, Y.: **Iterative Methods for Sparse Linear Systems.** *PWS Publishing Company, 1996.*
- Segeth, K.: **Numerický software I.** *Karolinum, Praha, 1998.*
- Trefthen, L. N., Bau, D.: **Numerical Linear Algebra.** *SIAM, Philadelphia, 1997.*
- Ueberhuben, C. W.: **Numerical Computation 2.** *Springer, Berlin, 1995.*
- Yosida, K.: **Functional Analysis.** *Springer Verlag, Berlin, 1980.*

4M7 Finanční a pojistná matematika

Rada doktorského studijního oboru 4M7

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m7.htm>.

Zkušební komise K5

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk05.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M7.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NFAP036	Vybrané partie z finanční matematiky 1	3	0/2 Z	—
NFAP037	Vybrané partie z finanční matematiky 2	3	—	0/2 Z
NFAP011	Seminář z aktuárských věd	3	0/2 Z	0/2 Z
NSTP018	Mnohorozměrná statistická analýza	6	2/2 Z+Zk	—
NSTP020	Analýza dat o přežití	3	2/0 Zk	—
NFAP012	Stochastické finanční modely	3	2/0 Zk	—
NFAP049	Pokročilé partie matematiky neživotního pojištění	3	2/0 Zk	—
NFAP050	Pokročilé partie teorie rizika	3	—	2/0 Zk

NFAP051	Finanční modelování v životním pojištění	3	2/0 Zk	—
NFAP052	Mezinárodní účetní standardy pro pojistné smlouvy	3	—	2/0 Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Zkouška má tři části: I. Širší vědní obor, II. Pokročilé partie oboru, III. Specializace. Zkoušenou látku z částí I, II určuje předseda zkušební komise na návrh školitele. Pensum části I má být rozšířením znalostí magisterského studia. Pensum části II je stanoveno s přihlédnutím k odbornému zaměření kandidáta. Examinátorem části III je zpravidla školitel. Zkoušená látka této části má úzce navazovat na téma disertační práce.

I. Širší vědní základ

I.1. Aplikovaná pravděpodobnost

I.1.1 Analýza dat o přežití

Parametrické modely přežití. Cenzorované výběry. Odhady v cenzorovaných výběrech. Metoda maximální věrohodnosti. Bayesovské metody. Kaplan–Meierův odhad. Model proporcionálních rizik. Coxův regresní model. Aplikace v pojišťovnictví.

I.1.2 Mnohorozměrné statistické metody

Mnohorozměrné normální rozdělení. Wishartovo rozdělení. Hotellingovo T–kvadrát. Testování hypotéz. Kanonické korelace. Metoda hlavních komponent. Diskriminační analýza. Faktorová analýza. Shluková analýza.

I.1.3 Teorie extrémních hodnot

Konvergence centrovaných a normalizovaných maxim. Max–stabilní rozdělení. Fisher–Tippetova věta. Rozdělení extrémních hodnot a jejich charakteristiky. Zobecněná rozdělení extrémních hodnot a jejich charakteristiky. Modelování excesů a excedentních hodnot. Zobecněné Paretovo rozdělení. Metody statistické analýzy extrémních hodnot.

I.2. Teorie náhodných procesů

I.2.1 Stochastická analýza

Wienerův proces. Dynamika jevového pole. Stochastický integrál a diferenciál. Lineární stochastické diferenciální rovnice. Difúzní procesy. Retrospektivní Kolmogorovova rovnice. Fokker–Planckova rovnice. Difúzní aproximace. Vícerozměrné procesy. Girsanovova věta. Statistika v difúzních procesech. Vyjádření martingalů integrály.

I.2.2 Vícetavové modely

Laplaceova transformace. Lerchova věta. Bodové procesy. Procesy obnovy. Semimarkovské procesy. Regenerativní procesy. Limitní věty teorie regenerativních procesů. Přechodové intenzity. Britský model zdravotního pojištění. Statistické metody ve vícetavových procesech.

I.2.3 Lineární soustavy

Diskrétní lineární soustavy. Přenosová funkce. Frekvenční přenosová funkce. Stavové modely lineárních soustav. Póly přenosové funkce. Aplikace na financování penzijních fondů. Laplaceova transformace. Spojité lineární soustavy. Identifikace soustav. Stochastické lineární soustavy.

*II. Pokročilé partie oboru**II.1. Finanční matematika**II.1.1 Stochastické finanční modely*

Binomický a spojitý Black–Scholesův model. Aplikace na kursy cizích měn, akcie s výplatou dividendy, kontrakty s výplatou v jiné měně. Replikační portfolio, jistění. Tržní cena rizika. Pravděpodobnostní míra neutrální vůči riziku. Heath–Jarow–Mortonův model dopřední úrokové intenzity. Difúzní modely dopřední úrokové intenzity.

II.1.2 Řízení rizik

Míry rizika. Hodnota v riziku. Portfolio. Výnos, Očekávaný výnos a riziko portfolio. Model oceňování kapitálových statků (CAPM). Sladění aktiv a pasiv. Zajišťovací instrumenty a jejich hodnocení.

II.1.3 Výnosové křivky

Termínová struktura úrokových měr. Rizikové prémie. Prémie za likviditu. Výnosy obligací v závislosti na ratingu. Vliv svolatelnosti na hodnocení obligací. Mapování. Aproximace výnosových křivek.

*II.2. Pojistná matematika**II.2.1 Tabulky úmrtnosti*

Interpretace úmrtnostní tabulky. Model stacionární populace. Model náhodné délky života. Odhad pravděpodobnosti úmrtí. Metody vyrovnávání hrubých pravděpodobností úmrtí. Gompertz–Makehamova křivka. King–Hardyho metoda. Vyrovnávání pomocí spline–funkcí a klouzavých průměrů. Selekční tabulky. Generační tabulky. Multidekrementní model.

II.2.2 Teorie kredibility

Zásady tvorby pojišťovacích tarifů. Americká teorie kredibility. Bayesovské metody v teorii kredibility. Bühlmannův model. Přesná kredibilita. Bühlmann–Straubův model. Hachemeisterův regresní model. Odhady strukturálních parametrů. Evoluční kredibilitní modely.

II.2.3 Modelování rizika

Teorie ruinování. Modelování vývoje technických rezerv. Ekonomický kapitál. Teorie kapitálové přiměřenosti. Řízení rizika a hodnoty pojišťovny. Účetní výkaznictví pojišťoven. Interní rizikové modely.

III. Specializace

Dle tématu disertační práce.

Doporučená literatura

Baxter, M., Rennie, A.: **Financial Calculus**. Cambridge University Press, Cambridge, 1996.

Blum, C., Overbeck, L., Wagner, C.: **An Introduction to Credit Risk Modeling**. Chapman & Hall–CRC, London, 2003.

Booth, P. et al.: **Modern Actuarial Theory and Practice**. 2nd ed. Chapman & Hall–CRC, London, 2005.

Bowers, N. et al.: **Actuarial Mathematics**. Society of Actuaries, Schaumburg, IL, 1997.

Bühlmann, H., Gisler, A.: **A Course in Credibility Theory and its Applications**. Springer–Verlag, Berlin–Heidelberg, 2005.

Denuit, M. et al.: **Actuarial Theory for Dependent Risks**. *J. Wiley, Chichester, 2005.*

Höglund, T.: **Mathematical Asset Management**. *J. Wiley, Hoboken, 2008.*

Nguyen, T.: **Handbuch der wert- und risikoorientierten Steuerung von Versicherungsunternehmen**. *VVW, Karlsruhe, 2008.*

Panjer, H. H. (ed.): **Financial Economics: with applications to investment, insurance and pensions**. *The Actuarial Foundation, Schaumburg IL, 1998.*

Panjer, H. H., Wilmot, G. E.: **Insurance Risk Models**. *Society of Actuaries, Schaumburg, IL, 1992.*

Pitacco, E. et al.: **Modelling Longevity Dynamics for Pensions and Annuity Business**. *Oxford University Press, Oxford, 2009.*

4M8 Obecné otázky matematiky a informatiky

Rada doktorského studijního oboru 4M8

Aktuální složení komise je na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/obory/obor/nor4-m8.htm>.

Zkušební komise K1

Z komise uvedené na adrese <http://www.mff.cuni.cz/studium/phd/komise/komise/nk01.htm> se vybírají členové zkušebních komisí pro státní doktorské zkoušky a obhajoby doktorských disertačních prací.

Spolupracující ústavy s akreditací oboru 4M8

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.
Žitná 25, 115 67 Praha 1
<http://www.cz.math.cas.cz>

Domovská stránka Rady doktorského studijního oboru 4M8

<http://www.karlin.mff.cuni.cz/~becvar/pgs/pgs.htm>

Vypsaná témata

Jsou k nahlédnutí ve Studijním informačním systému na adrese http://is.cuni.cz/studium/dipl_st/redirect.php?redirect=szn_obor&fak=11320&obor=M8.

Poskytovaná výuka

Kód	Název	Kredity	ZS	LS
NUMP015	Dějiny matematiky I	3	—	2/0 KZ
NUMV001	Dějiny matematiky II	3	2/0 KZ	—
NUMV053	Dějiny matematiky III	3	2/0 KZ	—

NUMV074	Dějiny matematiky ve starověku	3	2/0 Zk	—
NUMV066	Didakticko-historický seminář I	3	0/2 Z	—
NUMV067	Didakticko-historický seminář II	3	—	0/2 Z
NUMV075	Doktorandská odpoledne I	3	0/2 Z	—
NUMV076	Doktorandská odpoledne II	3	—	0/2 Z
NUMV065	Vývoj matematického vzdělávání	3	—	0/2 Z
NUMV072	Reformy výuky matematiky	3	—	2/0 Z
NUMV049	Elementární matematika Felixe Kleina	3	—	0/2 Z
NUMV068	Diferenciální geometrie na počítači	6	2/2 Z+Zk	—
NUMV077	Počítačové řešení geometrických úloh I	3	2/0 Zk	—
NUMV078	Počítačové řešení geometrických úloh II	3	—	2/0 Zk
NGEM008	Geometrické problémy robotiky 1	5	3/0 Zk	—
NGEM009	Geometrické problémy robotiky 2	5	—	3/0 Zk
NUMV073	Doplňující partie z teorie integrálu	3	2/0 Zk	—
NUMV043	Metody řešení matematických úloh	3	0/2 Z	—
NUMV069	Matematické úlohy a jejich řešení	3	—	0/2 Z
NUMV084	ICT ve výuce matematiky I	3	0/2 Z	—
NUMV085	ICT ve výuce matematiky II	3	—	0/2 Z
NUMV079	Didaktika teorie pravděpodobnosti a statistiky I	3	2/0 Zk	—
NUMV080	Didaktika teorie pravděpodobnosti a statistiky II	3	—	2/0 Zk
NDIN010	Didaktika informatiky I	3	0/2 Z	—
NDIN013	Didaktika informatiky II	3	—	0/2 KZ
NUMV024	Matematická analýza čtená podruhé	3	—	2/0 KZ
NPGR020	Geometrie pro počítačovou grafiku	3	2/0 Zk	—
NPGR021	Geometrické modelování	5	—	2/1 Z+Zk

Seznam požadavků ke státní doktorské zkoušce

Obor Obecné otázky matematiky a informatiky má tři podobory:

1. Elementární matematika
2. Dějiny matematiky a informatiky
3. Výuka matematiky a informatiky na středních a vysokých školách

Podobor Elementární matematika nabízí řadu možností pro zvyšování celkové matematické kultury středoškolských učitelů, kteří tak budou lépe kvalifikováni pro své učitelské působení všeobecně a zvláště pro práci s talentovanými žáky. Elementární matematikou rozumíme klasické partie matematiky, které nějakým způsobem navazují jak na středoškolskou látku, tak na náplň studia učitelství matematiky a tyto oblasti vhodně rozšiřují. Jedním z cílů práce v elementární matematice by mělo být udržení určité historické kontinuity matematiky a posílení respektu k tradičním matematickým hodnotám. Disertační práce z elementární matematiky by měly být zpravidla metodicko–didaktickou koncovkou celého doktorského studia.

V podoboru Dějiny matematiky a informatiky by měla být pozornost věnována hlavně problematice 19. a 20. století, české matematice a informatice; neměly by být opomíjeny ani biografické a bibliografické aspekty. Historie matematiky úzce souvisí s otázkami výuky matematiky, neboť vývoj je podmiňován i předáváním poznatků prostřednictvím učitelů a učebnic. V zahraničí je často didaktika s historií matematiky spojována do jednoho oboru; podobně tomu bylo dříve i u nás.

Studium v podoboru Výuka matematiky a informatiky by mělo být zahajováno až po několikaleté učitelské praxi uchazeče a to zejména kombinovanou formou (současné prověřování poznatků v učitelské praxi). Jednou částí disertační práce by mohlo být např. sepsání učebního textu, sbírky úloh apod., včetně metodického komentáře, rozboru obtížných partií; to vše by mělo být podloženo vyhodnocením vlastního působení na škole.

Obor je určen zejména pro absolventy učitelského studia kombinací s matematikou nebo informatikou s aprobací pro 3. stupeň (resp. absolventy vysokých škol, kteří mají doplněnou učitelskou kvalifikaci) a pro učitele pedagogických a technických fakult, kteří vyučující matematiku, informatiku, resp. didaktiky těchto předmětů.

Pro přijetí studentů do oboru 4M8 je požadována bezpečná znalost hlubších základů celé středoškolské matematiky a základních univerzitních matematických kursů.

Koncepce doktorské zkoušky vychází z toho, že cílem studia v daném oboru je vychovat matematika/informatika s širokým všeobecným rozhledem, který sice není připravován cíleně k vědecké práci v některém úzkém oboru, je však erudován natolik, že ve svém středoškolském, respektive vysokoškolském působišti prokáže schopnost tvorby kvalitních učebních textů, je seznámen s výsledky moderních metod vyučování, důkladně se orientuje v odborné literatuře související s jeho specializací a své odborné výsledky pravidelně publikuje.

Doktorandi konají doktorskou zkoušku z matematiky/informatiky, dějin matematiky a informatiky a z vyučování matematice. Stanovení jednotných požadavků pro všechny doktorandy není možné vzhledem k tomu, že konkrétní zaměření jednotlivých studentů jsou rozdílná a pokrývají prakticky všechny disciplíny matematiky a informatiky. Proto lze stanovit požadavky k doktorské zkoušce jen rámcově; jejich upřesnění provede školitel a examinatori.

I. Požadavky

I.1. Matematika/informatika

Předpokládá se nadhled nad znalostmi požadovanými u státní zkoušky na učitelském studiu na UK MFF, resp. PřF MU. Student musí prokázat, že rozumí souvislostem středoškolské a vysokoškolské látky a orientuje se v základní učebnicové literatuře.

Další požadavky stanoví školitel a examinační (minimálně několik kapitol odborného textu, jehož obsah není součástí standardního vysokoškolského kursu). Celá tato partie by měla jít výrazně nad rámec znalostí specifikovaných v předchozím odstavci.

I.2. Dějiny matematiky a informatiky

Předpokládá se, že student rozumí matematické podstatě historických témat a dovede se v nich orientovat. Hlubší matematické znalosti se předpokládají v těch partiích, které bezprostředně souvisejí s jeho specializací. Cílem není podrobná znalost historie matematiky, ale základní orientace ve vývoji některých matematických disciplín.

Školitel a examinační určí alespoň 300 stran odborné literatury.

I.3. Vyučování matematice

Předpokládá se, že student je informován o klasických i moderních vyučovacích postupech a dokáže je demonstrovat na konkrétních tématech. Předpokládá se rozhled v metodách řešení matematických úloh a v literatuře.

Školitel a examinační určí alespoň 150 stran odborné literatury.

I.4. Specializace

Podle zaměření doktoranda stanoví školitel a examinační rozšiřující požadavek v jednom z předchozích tří okruhů (Matematika/informatika, Dějiny matematiky a informatiky, Vyučování matematice) v rozsahu nejméně 100 stran odborného textu.

I.5. Rozšíření obzorů, kultivace

Předpokládá se, že doktorand projevuje zájem o svůj obor, zná a sleduje naše časopisy a literaturu týkající se matematiky, informatiky a vyučování, ovládá způsob citování prací, dovede se orientovat v referativních časopisech a elektronických databázích, zvládá základní práci s počítačem atd.

Doktorská zkouška završuje studijní část přípravy doktoranda, je nadstavbou nad zkouškami a zápočty povinného a rozšiřujícího programu studia. Literatura k doktorské zkoušce je tedy dána jednak požadavky ke zkouškám povinného programu, jednak rozšiřujícími požadavky školitele.

Doporučená literatura

Anglin, W. S., Lambek, J.: **The Heritage of Thales**. Springer-Verlag, New York, 1995.

Anglin, W. S.: **Mathematics — A Concise History and Philosophy**. Springer-Verlag, New York, 1994.

Bečvář, J. a kol.: **Matematika ve středověké Evropě. Dějiny matematiky 19**. Prometheus, Praha, 2001.

Bečvář, J., Bečvářová, M., Vymazalová, H.: **Matematika ve starověku. Egypt a Mezopotámie. Dějiny matematiky 23**. Prometheus, Praha, 2003.

Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Člověk — Umění — Matematika. Dějiny matematiky 4**. (Čižmár: *Vznik a vývoj algebrické geometrie*, Hejný: *Objevování neeuclidovské geometrie*, Veselý: *O některých důležitých řadách*), Prometheus, Praha, 1996, str. 73–126, 137–154.

- Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Historie matematiky I. Dějiny matematiky 1.** (*Fuchs: Přehled vývoje matematiky, Bečvář: Hrdinský věk řecké matematiky, Fuchs: Od měření obsahů a objemů k infinitesimálnímu počtu, Šimša: Archimédova statika v geometrii, Fuchs: Co ještě nevíme o prvočíslech, Šimša: Eukleidův důkaz nekonečnosti množiny všech prvočísel*), JČMF, Brno, 1994, str. 4–169.
- Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Historie matematiky II. Dějiny matematiky 7.** (*Bečvář: Hrdinský věk řecké matematiky II, Mačák: Poznámky k formování teorie pravděpodobnosti*), Prometheus, Praha, 1997, str. 7–67.
- Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Matematika v 16. a 17. století. Dějiny matematiky 12.** (*Nádeník: Geometrie v 16. a 17. století, Bečvář: Algebra v 16. a 17. století, Mačák: Poznámky k formování kombinatoriky v 16. a 17. století, Šimša: Vývoj představ o reálných číslech*), Prometheus, Praha, 1999, str. 109–282.
- Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Matematika v 19. století. Dějiny matematiky 3.** (*Schwabik: Několik postřehů k vývoji matematické analýzy v 19. století*), Prometheus, Praha, 1996, str. 7–37.
- Bečvář, J., Fuchs, E. (ed.): **Matematika v proměnách věků. Dějiny matematiky 11.** (*Schwabik: Druhá krize matematiky*), Prometheus, Praha, 1998, str. 7–60.
- Bečvář, J.: **Z historie lineární algebry. Dějiny matematiky 35.** Matfyzpress, Praha, 2007.
- Bečvářová, M.: **Česká matematická komunita v letech 1848 až 1918. Dějiny matematiky 34.** Matfyzpress, Praha, 2008.
- Cooke, R.: **The History of Mathematics, A Brief Course.** Wiley Interscience, New York, 1997.
- Dieudonné, J. (ed.): **Abrégé d'histoire des mathématiques 1700–1900.** Hermann, Paris, 1978; německy 1985.
- Edwards, C. H.: **The Historical Development of the Calculus.** Springer-Verlag, New York, 1979.
- Eves, H. W.: **An Introduction to the History of Mathematics.** 5th ed. Saunders, Philadelphia, 1983.
- Folta, J. (ed.): **Filozofické a vývojové problémy matematiky.** (*Bečvář: Teorie algeber, Fuchs: Od úlohy o 36 důstojnících ke konečným geometriím a k blokovým schémátům (z historie kombinatoriky), Štefl: Vznik a rozvoj nebeské mechaniky*), JČSMF, Praha, 1988, str. 93–147, 173–186.
- Gericke, H.: **Mathematik in Antike, Orient und Abendland.** Fourier Verlag, Wiesbaden, 2003.
- Hecht, T., Sklenáriková, Z.: **Metódy riešenia matematických úloh.** SPN, Bratislava, 1992.
- Hejný, M.: **Teória vyučovania matematiky 2.** SPN, Bratislava, 1990.
- Herman, J., Kučera, R., Šimša, J.: **Metody řešení matematických úloh I, II.** Praha, 1990, MU Brno 1991; další vydání 1996, 1997.
- Chabert, J.-L.: **A History of Algorithms — From the Pebble to the Microchip.** Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 1999.
- Juškevič, A. P.: **Dějiny matematiky ve středověku.** Academia, Praha, 1977.
- Kline, M.: **Mathematical Thought from Ancient to Modern Times.** Oxford University Press, Oxford, 1972.
- Komenský, J. A.: **Analytická didaktika.** SN, Praha, 1947.

- Larson, L. C.: **Metódy riešenia matematických problémov.** *Alfa, Bratislava, 1990.*
- Metropolis, N., Howlett, J., Rota, G.-C.: **A History of Computing in the Twentieth Century.** *Academic Press, New York, 1980.*
- Nový, L. a kol.: **Dějiny exaktních věd v českých zemích.** *ČSAV, Praha 1961.*
- Odvárko, O.: **Metody řešení matematických úloh.** *SPN, Praha, 1990.*
- Pátý, L. (ed.): **Jubilejní almanach 1862–1987.** *JČSMF, Praha, 1987.*
- Posejpal, V.: **Dějepis Jednoty Českých Matematiků.** *JČM, Praha, 1912.*
- Potůček, J.: **Vývoj vyučování matematice na českých středních školách v období 1900–1945, I, II.** *ZČU, Plzeň 1992, 1993.*
- Pristley, W. M.: **Calculus: An Historical Approach.** *Springer-Verlag, New York, 1979.*
- Scharlau, W., Opolka, H.: **From Fermat to Minkowski.** *Springer-Verlag, New York 1985; německy 1980.*
- Scholz, E. (Hrsg.): **Geschichte der Algebra, Eine Einführung.** *Wissenschafts-Verlag, Mannheim-Wien-Zürich, 1990.*
- Schwabik, Š., Šarmanová, P.: **Malý průvodce historií integrálu. Dějiny matematiky 6.** *Prometheus, Praha, 1996.*
- Stillwell, J.: **Mathematics and Its History.** *2nd ed. Springer-Verlag, New York, 1989, 2002.*
- Šedivý, J. (ed.): **Světónázorová výchova v matematice.** (*Štefl: Vývoj názorů na stavbu vesmíru od starověku po Galilea, Fuchs: Vznik a vývoj teorie množin. Třetí krize matematiky, Netuka, Schwabik: Vznik a vývoj matematické analýzy, Veselý: Sčítání divergentních řad, Bečvář: Soustavy lineárních rovnic a determinanty, Čížmár: Vývin geometrického myslenia v 19. storočí a na začiatku 20. storočia*), *JČSMF, Praha, 1987, str. 17–43, 80–156, 169–252.*
- Veselý, F.: **100 let Jednoty československých matematiků a fyziků.** *SPN, Praha 1962.*
- Vopěnka, P.: **Rozpravy s geometrií. Otevření neeukleidovských geometrických světů.** *Vesmír, Praha, 1995, str. 7–98.*
- Waerden van der, B. L.: **A History of Algebra, From al-Khwárizmí to Emmy Noether.** *Springer-Verlag, Berlin, 1985.*
- Williams, M. R.: **A History of Computing Technology.** *IEEE Computer Society Press, Los Alamitos, California, 1997.*

Spolupracující ústavy

- Astronomický ústav AV ČR, v.v.i.

Fričova 298, 251 65 Ondřejov

<http://www.asu.cas.cz/>

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

4F12 Didaktika fyziky a obecné otázky fyziky

- Český hydrometeorologický ústav

Na Šabatce 17, 143 06 Praha 4

<http://www.chmu.cz/>

4F8 Meteorologie a klimatologie

- Fyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Na Slovance 2, 182 21 Praha 8

<http://www.fzu.cz/vitej.php>

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

4F5 Fyzika povrchů a rozhraní

4F6 Kvantová optika a optoelektronika

4F9 Subjaderná fyzika

4F13 Fyzika nanostruktur

- Fyziologický ústav AV ČR, v.v.i.

Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4

<http://www.biomed.cas.cz/fgu/>

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

- Geofyzikální ústav AV ČR, v.v.i.

Boční II/1401, 141 31 Praha 4 - Spořilov

<http://www.ig.cas.cz/>

4F7 Geofyzika

- Matematický ústav AV ČR, v.v.i.

Žitná 25, 115 67 Praha 1

<http://www.cz.math.cas.cz>

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

4F11 Matematické a počítačové modelování

4I1 Teoretická informatika

4I2 Softwarové systémy

4I3 Matematická lingvistika

4I4 Diskrétní modely a algoritmy

4M1 Algebra, teorie čísel a matematická logika

4M2 Geometrie a topologie, globální analýza a obecné struktury

4M3 Matematická analýza

4M4 Pravděpodobnost a matematická statistika

4M6 Vědecko-technické výpočty

4M8 Obecné otázky matematiky a informatiky

- Mikrobiologický ústav AV ČR, v.v.i.

Vídeňská 1083, 142 20 Praha 4 - Krč

<http://www.biomed.cas.cz/mbu/cz/>

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

- Ústav fotoniky a elektroniky AV ČR, v.v.i.

Chaberská 57, 182 51 Praha 8

<http://www.ufe.cz/>

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

4F5 Fyzika povrchů a rozhraní

4F6 Kvantová optika a optoelektronika

- Ústav fyzikální chemie J. Heyrovského AV ČR, v.v.i.

Dolejškova 2155/3, 182 23 Praha 8

<http://www.jh-inst.cas.cz/www/indexcz.php?lang=cz&p=75>

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

4F5 Fyzika povrchů a rozhraní

- Ústav fyziky atmosféry AV ČR, v.v.i.

Boční II/1401, 141 31 Praha 4

<http://www.ufa.cas.cz/>

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

4F8 Meteorologie a klimatologie

- Ústav fyziky plazmatu AV ČR, v.v.i.
Za Slovankou 1782/3, 182 00 Praha 8
<http://www.ipp.cas.cz/cz>

4F2 Fyzika plazmatu a ionizovaných prostředí

- Ústav informatiky AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 2, 182 07 Praha 8
<http://www.cs.cas.cz/>

4I1 Teoretická informatika

4I2 Softwarové systémy

4M1 Algebra, teorie čísel a matematická logika

4M6 Vědecko-technické výpočty

- Ústav jaderné fyziky AV ČR, v.v.i.
Husinec – Řež č. p. 130, PSC 250 68
<http://www.ujf.cas.cz/>

4F1 Teoretická fyzika, astronomie a astrofyzika

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

4F9 Subjaderná fyzika

4F10 Jaderná fyzika

- Ústav makromolekulární chemie AV ČR, v.v.i.
Heyrovského nám. 2, 162 06 Praha 6
<http://www.imc.cas.cz/>

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

4F13 Fyzika nanostruktur

- Ústav organické chemie a biochemie AV ČR, v.v.i.
Flemingovo nám. 2, 166 10 Praha 6
<http://www.uochb.cas.cz/web/structure/31.html?lang=cz>

4F4 Biofyzika, chemická a makromolekulární fyzika

- Ústav struktury a mechaniky hornin AV ČR, v.v.i.
V Holešovičkách 41, 182 09, Praha 8
<http://www.irsm.cas.cz/>

4F7 Geofyzika

- Ústav teorie informace a automatizace AV ČR, v.v.i.
Pod vodárenskou věží 4/1143, 182 08 Praha 8
<http://www.utia.cas.cz/czech-info/>

4I1 Teoretická informatika

4I2 Softwarové systémy

4M4 Pravděpodobnost a matematická statistika

4M5 Ekonometrie a operační výzkum

- Ústav termomechaniky AV ČR, v.v.i.
Dolejškova 1402/5, 182 00 Praha 8
<http://www.it.cas.cz/>

4F3 Fyzika kondenzovaných látek a materiálový výzkum

4F8 Meteorologie a klimatologie

4F11 Matematické a počítačové modelování

4I1 Teoretická informatika

4M6 Vědecko-technické výpočty