

# Předměty Mgr. navazujícího studijního programu Fyzika

## 1. Astronomie a astrofyzika

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor astronomie a astrofyzika

#### **Základy kvantové teorie** 4/2 Z,Zk — OFY042

Formální schéma KT. Některé jednoduché aplikace. Teorie representací. Moment hybnosti. Spin. Pohyb v centrálním poli. Přibližné metody KT. Pohyb v elektrickém a magnetickém poli. Systémy mnoha částic. Adiabatická aproximace. Bosony a fermiony. Jednočásticová aproximace. Druhé kvantování. Matice hustoty. Interakce systému se elektromagnetickým polem.

Literatura: Pišút J., Gomolčák L., Černý V.: Úvod do kvantové mechaniky. ALFA Bratislava-SNTL Praha 1983  
Blochincev D.I.: Základy kvantové mechaniky. NČSAV Praha 1956  
Davydov A.S.: Kvantová mechanika. SPN Praha 1978  
Klíma J., Velický B.: Kvantová mechanika I(1992) a II(1990). Skriptum MFF UK Praha.  
Formánek J.: Úvod do kvantové mechaniky. Academia, Praha 1983.

#### **Základy astronomie a astrofyziky I** — 4/0 Zk AST006

Sférická astronomie a astrometrie, metody sledování pohybů ve sluneční soustavě a v Galaxii, výpočet efemerid, určování drah ve sluneční soustavě a v dvojhvězdách.

Literatura: Astronomická příručka, Academia Praha 1992  
Meeus J.: Astronomische Algorithmen, J.A.Barth Leipzig 1992 (2. vydání)  
(upravený překlad podle 1. vydání – Pokorný, Z.: Astronomické algoritmy pro kalkulátory, Hvězdárna a planetárium hl.m. Prahy, 1988, skriptum)  
Andrle P.: Základy nebeské mechaniky, Academia Praha 1971

#### **Základy astronomie a astrofyziky II** — 4/0 Zk AST007

Metody pozorování v astrofyzice, teleskopy, detektory záření, fotometrie a spektroskopie. Zpracování fotometrických a spektroskopických pozorování. Spektrální klasifikace hvězd, Hertzsprungův-Russellův diagram, proměnné hvězdy, metody hledání period v neekvidistantních časových řadách astronomických pozorování. Stavba galaxií.

Literatura: Astronomická příručka, Academia Praha 1992  
Bohm-Vitense E.: Stellar Astrophysics, Vol. 1, Basic Stellar Observations and Data, Cambridge 1989  
Davies: Satellite Astronomy - the principles and practice of astronomy from space, J. Wiley, New York 1988

#### **Cvičení a praktikum z astronomie** — 0/4 Z AST028

Redukce astrometrických a fotometrických pozorování. Příklady ze sférické a efemeridové astronomie. Praktické určování drah planetek, komet, meteorických rojů, satelitů, dvojhvězd. Příklady ze spektroskopie. Pozorování a redukce observačních dat proměnných hvězd a dvojhvězd. Souběžně s přednáškou Základy astronomie a astrofyziky I,II.

Literatura: Astronomická příručka, Academia Praha 1992  
Bohm-Vitense E.: Stellar Astrophysics, Vol. 1, Basic Stellar Observations and Data, Cambridge 1989  
Davies: Satellite Astronomy - the principles and practice of astronomy from space, J. Wiley, New York 1988

**Metody zpracování fyzikálních měření** — 2/0 Zk OFY034

Základní pojmy pravděpodobnosti, náhodná veličina, rozdělení pravděpodobnosti. Odhady parametrů rozdělení, testy hypotéz, modelování metodou Monte Carlo, základní manipulace s experimentálními daty.

Literatura: Jiří Anděl: Statistické metody, MATFYZPRESS, Praha 1993  
R. Sneyers: On the Statistical analysis of Series of Observations, WMO No 415, 1990

**Odborná praxe** Z SZZ002**1. rok studia****Astrofyzika I** 4/0 Zk — AST013

Termodynamika plynu a záření, Boltzmannova a Sahova rovnice, Einsteinovy koeficienty. Mezihvězdná látka, tvoření a vývoj hvězd. Optická, infračervená a rádiová pozorování. Rozložení mezihvězdné látky v Galaxii, molekulová oblaka, neutrální vodík, mezihvězdný prach. Vicesložkový model mezihvězdného plynu, role supernov. Kolaps oblaků, rázové vlny, fragmentace, tvorba hvězd, otevřené hvězdokupy a asociace. Rané fáze vývoje hvězd. Vznik planetárních soustav. Dynamika a chemický vývoj galaxií, hvězdné populace.

Literatura: Scheffler H., Elsasser H.: Physics of the Galaxy (kap. 4.-5.), Springer, Heidelberg 1987  
Spitzer L.: Physical Processes in the Interstellar Medium, J. Willey and Sons, New York 1978  
Whittet D.C.B.: Dust in the Galactic Environment, IoP, Bristol 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Willey and Sons, New York 1973  
Vanýsek V.: Základy astronomie a astrofyziky, Academia Praha 1980

**Astrofyzika II** — 4/0 Zk AST014

Základy termodynamiky plazmatu v nitru hvězd: Střední molekulová hmotnost, Avogadrův zákon, stavové rovnice hvězdné látky. Rovnice vnitřní stavby hvězd, jejich matematická struktura. Okrajové podmínky, metody výpočtu stavby a vývoje hvězd. Vývoj osamocených hvězd. Modely hvězdného vývoje se započtením rotace. Hvězdný vítr a ztráta hmoty hvězd. Stavba a vývoj dvojhvězd. Testy teorie stavby a vývoje hvězd: Hvězdokupy, apsidální pohyb ve dvojhvězdách. Jednoduché (polytropní) modely hvězd a jejich význam, teorie radiálních pulsací. Typy pozorovaných hvězd a jejich vývojová stádia.

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994  
Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Willey and Sons, New York 1973

**Seminář Astronomického ústavu UK** 0/2 Z 0/2 Z AST010

Pravidelný seminář pracovníků ústavu, studentů a zvaných hostů.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

**Speciální praktikum I (pro obor AA)** 0/2 Z — AST017

Metody pozorování a zpracování astrofyzikálních dat. Spektroskopie, fotoelektrická fotometrie, CCD fotometrie, astrometrie. Úlohy se zpracovávají částečně na observatořích mimo Prahu.

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994  
Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Willey and Sons, New York 1973

**Speciální praktikum II (pro obor AA)** — 0/2 Z AST018

Metody pozorování a zpracování astrofyzikálních dat. Spektroskopie, fotoelektrická fotometrie, CCD fotometrie, astrometrie. Úlohy se zpracovávají částečně na observatořích mimo Prahu.

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994

Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Willey and Sons, New York 1973

**Diplomový seminář** 0/1 Z 0/1 Z AST031

Diplomový seminář slouží ke konzultacím a sledování postupu prací diplomantů na jejich diplomových úkolech. Každý diplomant by v rámci semináře měl třikrát vystoupit, jednou na začátku práce na diplomovém úkolu s referátem o problematice a rešerši v literatuře a poté dvakrát s referáty o dosažených výsledcích. Tento seminář je součástí pravidelného semináře AÚ UK.

Literatura: literatura zadaná vedoucím diplomové práce.

**Relativistická fyzika I** 4/2 Z, Zk — TMF037

Obecná teorie relativity: princip ekvivalence a princip obecné kovariance, paralelní přenos a rovnice geodetiky, gravitační rudý posuv; tenzorová analýza, křivost; Einsteinův gravitační zákon. Eulerovy rovnice pro dokonalou tekutinu. Schwarzschildovo řešení Einsteinových rovnic.

Literatura: Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. (Academia, Praha 1968)  
Misner C. W., Thorne K. S. a Wheeler J. A.: Gravitation. (Freeman, San Francisco 1973)  
Weinberg S.: Gravitation and Cosmology. (J. Wiley, New York 1972)

**Relativistická fyzika II** — 4/2 Z, Zk TMF038

Černé díry a gravitační kolaps. Linearizovaná teorie gravitace, gravitační vlny. Relativistická astrofyzika: relativistické modely hvězd; Chandrasekharova mez a závěrečná stadia vývoje hvězd. Relativistická kosmologie: Hubbleova expanze; kosmologický princip, Robertsonova-Walkerova metrika; Friedmannovy modely; kosmologický rudý posuv; počáteční stadia vývoje vesmíru, antropický princip. Pokračování přednášky Relativistická fyzika I.

Literatura: Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. (Academia, Praha 1968)  
Misner C. W., Thorne K. S. a Wheeler J. A.: Gravitation. (Freeman, San Francisco 1973)  
Weinberg S.: Gravitation and Cosmology. (J. Wiley, New York 1972)

**Nebeská mechanika I** 4/0 Zk — AST005

Pohyby v gravitačním poli; problém dvou těles, teorie poruch, gravitační pole kosmických těles. Reprezentace grup rotací, různá vyjádření poruchové funkce.

Literatura: P. Andrlé, Základy nebeské mechaniky, Academia, Praha, 1976  
M.F. Subbotin, Vvedenije v nebesnuju mechaniku, Nauka, Moskva, 1968  
E.P. Aksjonov, Těorija dviženija iskustvennych sputnikov Zemlji, Nauka, Moskva, 1977  
W.M. Smart, Celestial Mechanics, Longmans, Green and Co., 1953  
D. Brouwer, and G. Clemence, Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, New York, 1961

**Nebeská mechanika II** — 4/0 Zk AST011

Omezený problém tří těles, poruchy v pohybu planet. Řešení hamiltonovsky formulovaných úloh s poruchovým potenciálem - von Zeipelova metoda. Elementy Hillovovy-Brownovy teorie pohybu Měsíce. Lagrangeova-Laplaceova teorie pohybu planet.

Literatura: P. Andrlé, Nebeská mechanika - Analytické metody, Academia, Praha, 1987  
D. Brouwer, and G. Clemence, Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, New York, 1961  
M.F. Subbotin, Vvedenije v nebesnuju mechaniku, Nauka, Moskva, 1968  
W.M. Smart, Celestial Mechanics, Longmans, Green and Co., 1953 (nebo ruský překlad)  
V. Szebehely, Theory of Orbits, Academic Press, New York, 1967 (nebo ruský překlad)  
A.P. Markeev, Točki libracii v nebesnoj mechanike i kosmodinamike, Nauka, Moskva, 1978

**Kosmická elektrodynamika** 3/1 Z, Zk — AST008

Fyzika plazmatu v kosmických podmínkách; plazma, Sahova rovnice, pohyb nabitě částice, základy magnetohydrodynamiky, vlny v plazmatu, difúze a odpor, stabilita plazmatu, základy kinetické teorie, Vlasovova rovnice.

Literatura: Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia, Praha 1984 (úlohy jsou z této knihy)  
Kippenhahn R., Mollenhoff C.: Elementare Plasmaphysik, B. I. Wissenschaftsverlag, Mannheim-Wien-Zürich 1975  
Kleczeck J.: Plazma ve vesmíru a v laboratoři, Academia, Praha 1968

### **Elementární procesy v kosmické fyzice** — 2/1 Z,Zk AST024

Nejdůležitější procesy v částicové astrofyzice, synchrotronové záření, Comptonův rozptyl. Pohyb a záření nabitých částic v kosmických podmínkách. Akreční proces.

Literatura: S.L. Shapiro, W.H. Press, and S.A. Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars, Y.B. Zeldovič, and I.D. Novikov, Relativistic astrophysics, The Univ of Chicago Press, Chicago, 1971  
J. Frank, A.R. King, and D.J. Raine, Accretion power in astrophysics, CUP, Cambridge, 1985

## **2. rok studia**

### **Galaktická a extragalaktická astronomie I** 3/0 Zk — AST003

Pohyby hvězd v Galaxii; pozorování a teorie. Vývoj představ o stavbě Galaxie. Rotace Galaxie, Lindbladův a Oortův model. Dráhy hvězd, pohybové integrály, gravitační potenciál Galaxie. Rozložení neutrálního atomárního vodíku v mezihvězdném prostoru, mezihvězdnýb ionizovaný vodík, molekuly, oblaka. Tvorba hvězd. Klasifikace galaxií.

Literatura: J. Binney, and S. Tremaine, Galactic Dynamics, Princeton Series in Astrophysics, Princeton Univ Press, New Jersey, 1987  
G. Gilmore, I.R. King, and P.C. van der Kruit, The Milky Way of our Galaxy, University Science Books, Mill Valley, California, 1989

### **Galaktická a extragalaktická astronomie II** — 2/0 Zk AST004

Úvod do fyziky galaxií; kinematika hvězd, stavba galaxie, dynamika hvězdných soustav. Klasifikace galaxií, struktura a dynamika, měření vzdáleností. Kvazary, vznik a vývoj galaxií.

Literatura: J. Binney, and S. Tremaine, Galactic Dynamics, Princeton Series in Astrophysics, Princeton Univ Press, New Jersey, 1987  
G. Gilmore, I.R. King, and P.C. van der Kruit, The Milky Way of our Galaxy, University Science Books, Mill Valley, California, 1989

### **Cvičení z galaktické astronomie** 0/2 Z — AST015

Hmotnost Galaxie, vzdálenost Slunce od centra Galaxie. Dynamika Galaxie, určení dráhy hvězdy v Galaxii. Cefeidy. Pohyb Slunce. Funkce svítivosti, počáteční funkce hmotnosti. Vhodný doplněk k přednášce Galaktická a extragalaktická astronomie.

Literatura: Acker, Jaschek: Astronomical Methods and Calculations  
Atanasievič: Selected Exercises in Galactic Astronomy  
Kleczeck: Exercises in Astronomy

### **Seminář Astronomického ústavu UK** 0/2 Z 0/2 Z AST010

Pravidelný seminář pracovníků ústavu, studentů a zvaných hostů.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

### **Diplomový seminář** 0/1 Z 0/1 Z AST031

Diplomový seminář slouží ke konzultacím a sledování postupu prací diplomantů na jejich diplomových úkolech. Každý diplomant by v rámci semináře měl třikrát vystoupit, jednou na začátku práce na diplomovém úkolu s

referátem o problematice a rešerší v literatuře a poté dvakrát s referáty o dosažených výsledcích. Tento seminář je součástí pravidelného semináře AÚ

Literatura: Literatura zadaná vedoucím diplomové práce.

## **Předměty výběrově povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor astronomie a astrofyzika**

### **2. rok studia**

#### **Kosmologie** 3/0 Zk — AST009

Základní pozorovací údaje, přehled kosmologických modelů, Friedmannova metrika, Hubbleův a decelerační parametr, horizont a rudý posuv, nukleosyntéza, význam neutrin, Jeansova teorie gravitačních nestabilit.

Literatura: S. Weinberg: Gravitation and Cosmology, J. Wiley and Sons, New York, 1972  
G. Boerner: The Early Universe, Springer, Berlin, 1993

#### **Elementární procesy v kosmické fyzice** — 2/1 Z,Zk AST024

Nejdůležitější procesy v částicové astrofyzice, synchrotronové záření, Comptonův rozptyl. Pohyb a záření nabitých částic v kosmických podmínkách. Akreční proces.

Literatura: S.L. Shapiro, W.H. Press, and S.A. Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars,  
Y.B. Zeldovič, and I.D. Novikov, Relativistic astrophysics, The Univ of Chicago Press, Chicago, 1971  
J. Frank, A.R. King, and D.J. Raine, Accretion power in astrophysics, CUP, Cambridge, 1985

#### **Fyzika malých těles sluneční soustavy** — 2/0 Zk AST020

Fyzikální a chemické procesy v meziplanetární hmotě. Komety, planety, meteoroidy a jejich vývojové souvislosti. Aktuální obsah pro daný rok se zveřejňuje na WWW stránkách AÚ UK.

Literatura: Kelly-Beatty J., O'Leary B., Chaikin A.: The new solar system, Cambridge Press Synd. and Sky Publ.  
Corp., periodicky obnovovaná vydání počínaje 1981  
Taylor S.R.: Solar system evolution, a new perspective, Cambridge Univ. Press 1992

#### **Vybrané kapitoly z astrofyziky** 2 2/0 Zk AST021

Rozebírá aktuálních novinek z astronomie, astrofyziky a kosmologie. Několik tématických celků po 3-4 týdnech přednášejí zpravidla zvaní hosté. Program aktualizován na WWW stránkách Astronomického ústavu UK. Výběrová přednáška pro střední a vyšší ročníky.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

#### **Cvičení ze stelární astronomie** — 0/2 Z AST016

Spektroskopické, vizuální a zákrytové dvojhvězdy. Křivky radiálních rychlostí, světelné křivky, určování dráhových elementů, určování vzdáleností. O-C diagram, změny periody. Dolněk k přednášce Dvojhvězdy.

Literatura: Acker, Jaschek: Astronomical Methods and Calculations  
Atanasievič: Selected Exercises in Galactic Astronomy  
Kleczek: Exercises in Astronomy

#### **Dějiny astronomie** 1/1 Z 1/1/ Z AST026

Výběrová přednáška a pracovní seminář z dějin domácí, evropské a světové astronomie. Program je aktualizován na WWW stránkách Astronomického ústavu UK. Exkurze

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994  
Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Wiley and Sons, New York 1973

### **Dvojhvězdy** — 2/0 Zk AST019

Observační data pro vizuální, spektroskopické a zákrytové dvojhvězdy. Určení elementů dráhy; hmotnosti a rozměry složek. Rocheova geometrie. Apsidální pohyb. Přenos hmoty a vývoj těsných dvojhvězd. Kataklyzmické dvojhvězdy; konečné fáze vývoje. Teorie vzniku dvojhvězd

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994  
Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992  
Harwitt M.: Astrophysical Concepts, J. Willey and Sons, New York 1973

### **Hvězdné atmosféry** 2/0 Zk — AST002

Úvod do modelování hvězdných atmosfér; Modely atmosfér, magnetohydrodynamická rovnováha, LTE modely pro různé typy hvězd, dvouhadinový model atomu, numerické řešení rovnice přenosu.

Literatura: D. Mihalas: Hvězdné atmosféry I, II, Mir, Moskva 1982, kap. 1 - 12

### **Vybrané kapitoly ze spektroskopie** 2/0 Zk — AST025

Praktická vysokodisperzní astrofyzikální spektroskopie.

Literatura: R. Bracewell, The Fourier Transform and its Application, McGraw-Hill, New York, 1965  
J.W. Bault, and O.R. White, The Analysis and Restoration of Astronomical Data via FFT, Astronomy and Astrophysics 13, 17, 1971  
D.F. Graf, The Observation and Analysis of Stellar Atmospheres, J. Willey and sons, New York, 1976. (též ruská verze, Nauka, Mir, 1980)  
Ch. Sterken, and J. Manfroid, Astronomical Photometry - A Guide, Kluwer, Holland, 1992  
A.D. Thackeray, Astronomical Spectroscopy, Macmillan Comp. New York, 1961  
D.Ja. Martynov, Kurz Praktičeskoj Astrofyziky. Walker, Astronomical Observations  
Harrison et al., Practical Spectroscopy

### **Sluneční fyzika** 2/0 Zk — AST001

Úvod do fyziky Slunce. Metody pozorování Slunce, přístroje pro sluneční astrofyziku. Sluneční magnetická pole, rychlostní pole. Sluneční aktivita a její cykličnost. Vztahy Slunce-Země.

Literatura: Kippenhahn R., Weigert A.: Stellar structure and evolution, Springer, Heidelberg 1994  
Mihalas D.: Stellar Atmospheres, W.H. Freeman and Co., San Francisco 1980  
Bohm-Vitense E.: Introduction to Stellar Astrophysics, Vol. 1-3, CUP 1992

## **2. Geofyzika**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor geofyzika**

#### **Mechanika kontinua** 2/1 Z,Zk — GEO014

Mechanika kontinua v křivočarých souřadnicích. Předpjatá prostředí. Reologické vztahy.

Literatura: M. Brdička, Mechanika kontinua, ČSAV, Praha 1959.  
F. Maršík, Termodynamika kontinua, Academia, Praha 1999.  
A.C. Eringen: Nonlinear Theory of Continuous Media, McGraw-Hill Book Company, New York, 1962.  
L.E. Malvern, Introduction of the Mechanics of a Continuous Medium, Prentice Hall, New Zork, 1969.

#### **Fourierova spektrální analýza** 2/1 Z,Zk — GEO005

Fourierova spektrální analýza. Vztah mezi Fourierovou a diskrétní Fourierovou transformací (alias). Hilbertova transformace. Spektrální analýza. Frekvenčně-časová analýza. Seismologické aplikace.

Literatura: V. Červený, Spektrální analýza v geofyzice, Státní pedagogické nakladatelství, Praha 1983.

### **Přehled geofyziky** 2/0 Zk — GEO029

Přehled observatorních dat a teoretických principů seismologie, geomagnetismu, geotermiky a geomechaniky. Základní poznatky o fyzikálních parametrech a procesech v zemském nitru.

- Literatura: M. Šolc, J. Zahradník, Astronomie, astrofyzika a geofyzika I: Země a sluneční soustava, MFF UK, Praha 1985.  
Š. Ochaba, Geofyzika, Slovenské pedagogické nakladatelstvo, Bratislava 1986.  
J.-P. Poirier, Introduction to the Physics of the Earth's Interior, Cambridge University Press, Cambridge 2000.  
D.E. James (ed.), Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1989.

### **Tíhové pole a tvar Země** — 2/1 Z,Zk GEO017

Historický vývoj názorů na tvar Země. Pohyby Země, časové změny rotace Země. Zemské slapy. Rozvoj vnějšího tíhového potenciálu do řady sférických funkcí. Geoid a sféroid. Normální tíže, Clairautův teorém. Vzdálenost mezi geoidem a sféroidem, Brunsův teorém, Stokesův teorém. Isostase. Tíhová měření a jejich redukce. Družicové metody studia gravitačního pole, poruchy drah. Tvar fyzického povrchu Země, základy Moloděnského teorie, družicové metody.

- Literatura: M. Pick, J. Pícha, V. Vyskočil, Úvod ke studiu tíhového pole Země, Academia, Praha 1973.  
M. Burša, K. Pěč, Tíhové pole a dynamika Země, Academia, Praha 1988.  
Z. Nádeník: Kulové funkce pro geodézii. Skripta. VÚGTK, Zdíby 2000.

### **Seismologie** — 2/2 Z,Zk GEO003

Makroseismická a instrumentální pozorování zemětřesení. Fyzikální procesy v ohnisku zemětřesení. Geografické a časové rozložení zemětřesení. Prostorové a povrchové seismické vlny v jednoduchých modelech Země. Obrácené seismické úlohy. Seismické ohrožení, rajonování a mikrorajonování.

- Literatura: B. Bolt, Earthquakes, W.H. Freeman and Company, San Francisco 1978.  
O. Kulhánek, Anatomy of Seismograms, Elsevier 1990.  
T. Lay, T.C. Wallace, Modern Global Seismology, Academia Press, 1995.  
P.M. Shearer, Introduction to Seismology, Cambridge University Press, 1999.  
A. Udias, Principles of Seismology, Cambridge University Press, 2000.

### **Počítače v geofyzikální praxi** — 0/2 Z PRF018

Kurs užití výpočetní techniky pro studenty geofyziky. Orientace v hardwaru, operačních systémech Microsoftu, v Unixu a počítačových sítích. Úvod k Fortranu a numerickým knihovnám. Vizualizační a typografický software.

- Literatura: Jiří Anděl: Statistické metody, MATFYZPRESS, Praha 1993  
R. Sneyers: On the Statistical analysis of Series of Observations, WMO No 415, 1990  
Manuály k programům

### **Vybrané kapitoly z parciálních diferenciálních rovnic** — 2/0 Zk MAF001

Klasifikace rovnic 2.řádu, Sobolevovy prostory, Dirichletova a Neumannova úloha pro eliptické rovnice, smíšená úloha. Základní principy numerického řešení. Evoluční rovnice.

- Literatura: Kopáček, J. a kol.: Matematika pro fyziky, díly III-V, skriptum MFF UK

## **1. rok studia**

### **Geomagnetismus a geoelektrina** 3/1 Z,Zk — GEO066

Matematický popis geomagnetického pole a jeho sekulární variace. Paleomagnetismus. Magnetická pole těles sluneční soustavy. Vnější magnetické pole. Elektrická vodivost zemského nitra. Buzení vnitřního geomagnetického pole.

- Literatura: J.A. Jacobs, Geomagnetism 1-3, Academia Press Limited, London, 1989.  
A. Janáčková, Geomagnetismus (rukopis učebního textu)

### **Numerické metody ve Fortranu** 2/2 KZ — GEO022

Kurs numerických metod s důrazem na jejich implementaci ve Fortranu. Od knihoven programů přes klasické metody algebry a matematické analýzy k řešení obyčejných a parciálních diferenciálních rovnic. Méně teorie, více praxe. Příklady geofyzikálních aplikací.

- Literatura: F.S. Acton, Numerical Methods That Work, Mathematical Association of America, 1990.  
U.M. Ascher, L.R. Petzold, Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM, 1998.  
B. Fornberg, A Practical Guide to Pseudospectral Methods, Cambridge University Press, 1996.  
M. Metcalf, J. Reid, Fortran 90/95 Explained, Oxford Science Publ., 1998.  
S. Míka, Numerické metody algebry, SNTL, 1985.  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press, 1996. (Viz též <http://www.nr.com>)  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing, Cambridge University Press, 1996.  
V. Pretlová, J. Zahradník, Numerické metody v geofyzice I., II. (skripta), SPN, 1978/1981.  
P. Příkryl, Numerické metody matematické analýzy, SNTL, 1985.  
K. Rektorys a spol., Přehled užití matematiky, Nakladatelství Prometheus, 1995.  
K. Segeth, Numerický software I. (skripta), Nakladatelství Univerzity Karlovy, 1998.  
J. Segethová, Základy numerické matematiky (skripta), Nakladatelství Univerzity Karlovy, 1998.  
E. Vitásek, Numerické metody, SNTL, 1987.  
V. Zahradník, Programování: Fortran 90 (skripta), Vydavatelství ČVUT, 1996.  
WWW.

### **Šíření seismických vln** 2/1 Z,Zk — GEO002

Elastodynamické reprezentační teorémy. Pohybové rovnice nehomogenních anizotropních prostředí. Odraz a lom rovinných vln. Povrchové vlny. Asymptotické metody v teorii šíření vln.

- Literatura: V. Červený, Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, Cambridge 2001.

### **Metody zpracování geofyzikálních dat** — 2/1 Z,Zk GEO057

Časové řady v geofyzice. Spektrální analýza signálů s konečným výkonem. Lineární filtry, nelineární systémy, predikční filtry.

- Literatura: K. Pěč, Zpracování časových řad v geofyzice, MFF UK, 1977.

### **Geotermika a radioaktivita Země** — 2/1 Z,Zk GEO015

Vnější a vnitřní zdroje tepla v Zemi. Šíření tepla, tepelná vodivost. Radioaktivita hornin, určování stáří hornin. Vedení tepla. Konvekce. Termální modely Země.

- Literatura: C. Matyska, Mathematical Introduction to Geothermics and Geodynamics, předběžná verze učebního textu.  
G.F. Davies, Dynamic Earth, Cambridge University Press, Cambridge 1999.  
C.A. Stein, Heat Flow of the Earth, in: Global Earth Physics, A Handbook of Physical Constants, T.J. Ahrens ed., pp. 144-158, AGU 1995.  
V. Čermák: Studium zemského tepelného toku, Cs. cas. fyz. A, 33, 461-470, 1983.

### **Obrácené úlohy v geofyzice** — 2/2 Z,Zk GEO013

Statistické metody vyhodnocování geofyzikálních dat. Kombinování datové, apriorní a teoretické informace. Inverze v normě L2 a L1. Minimax. Stochastické, evoluční a gradientové metody. Modelování a simulace geofyzikálních dějů. Aplikace: seismická tomografie, gravimetrická inverze, odhad reologických parametrů zemského nitra.

- Literatura: A. Tarantola, Inverse Problem Theory, Elsevier, 1987.

## 2. rok studia

### **Stavba Země** 3/0 Zk — GEO016

Historický vývoj modelů Země. Vlastní kmity Země - teoretický úvod. Model PREM. Minerálová fyzika za vysokých teplot a tlaků. Globální modely sestavené pomocí seismické tomografie, třírozměrné modely hustotních anomálií a konvekce v plášti Země.

- Literatura: M. Šolc, J. Zahradník, Astronomie, astrofyzika a geofyzika I: Země a sluneční soustava, MFF UK, Praha 1985.  
G.F. Davies, Dynamic Earth, Cambridge University Press, Cambridge 1999.  
Š. Ochaba, Geofyzika, Slovenské pedagogické nakladatelstvo, Bratislava 1986.  
J.-P. Poirier, Introduction to the Physics of the Earth's Interior, Cambridge University Press, Cambridge 2000.  
D.E. James (ed.), Encyclopedia of Solid Earth Geophysics, Van Nostrand Reinhold Company, New York, 1989.  
Z. Martinec, Free Oscillation of the Earth, Travaux Géophysiques No. 591.

## **Předměty výběrově povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor geofyzika**

### 1. rok studia

#### **Praktikum ze seismologie** 0/2 Z — GEO011

Základy teorie seismografu; zpracování seismogramu; seismické sítě; lokace zemětřesení; mechanismy zemětřesení.

- Literatura: K.E. Bullen, B. Bolt, An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, 1985.  
K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.

#### **Fyzika seismického zdroje** 2/0 Zk — GEO033

Teorie vyzařování seismických vln při tektonických zemětřeseních. Metody výpočtu parametrů zemětřesení ze seismických měření (tensor seismického momentu, rozměr zdroje, energie). Aplikace v tektonofyzice a při studiu zemětřesného ohrožení.

- Literatura: K.E. Bullen, B. Bolt, An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, 1985.  
K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.  
F.A. Dahlen, J. Tromp, Theoretical Global Seismology, Princeton University Press, 1998.  
J. Zahradník, Generation of Seismic Waves by Earthquake Sources (lecture notes). Uppsala University 1992.

#### **Maticové metody v seismologii** 1/1 KZ — GEO018

Maticový vztah mezi posunutími a napětími na rozhraních jedné vrstvy a soustavy vrstev. Thomson-Haskellovy matice a jejich modifikace. Aplikace v teorii prostorových a povrchových vln.

- Literatura: O. Novotný, Seismic Surface Waves (lecture notes), UFBA, Salvador, Bahia 1999.

#### **Paprskové metody v seismice** — 2/1 Z,Zk GEO032

Řešení elastodynamických rovnic v paprskovém přiblížení. Elastická vlna ve dvojrozměrných a třírozměrných prostředích. Výpočet paprsků, časů šíření, amplitud a syntetických seismogramů.

- Literatura: V. Červený, Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, Cambridge 2001.

#### **Užitá geofyzika - terénní měření** — 0/2 Z GEO031

Terénní měření užitím metod geofyzikálního průzkumu na geofyzikální základně PřF UK. (Formou několikadenního soustředění).

- Literatura: Návody k úlohám

**Dynamika pláště a litosféry I** 2/0 Zk — GEO035

Základní rovnice termální konvekce. Newtonovské proudění. Termální konvekce jako nelineární dynamický systém.

- Literatura: C. Matyska, Mathematical Introduction to Geothermics and Geodynamics, předběžná verze učebního textu.  
G.F. Davies, Dynamic Earth, Cambridge University Press, Cambridge 1999.  
W.R. Peltier ed., Mantle Convection: Plate Tectonics and Global Dynamics, Gordon and Breach, New York, 1989.  
D.L. Turcotte, G. Schubert, Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems, John Wiley & Sons, New York, 1982.

**Dynamika pláště a litosféry II** — 2/0 Zk GEO072

Teorie deskové tektoniky, určování deskových pohybů. Litosféra a astenosféra. Třírozměrné modely anomálií hustot. Reologie pláště a spojená gravimetricko-dynamická inverze. Postglaciální výzdvih.

- Literatura: W.R. Peltier ed., Mantle Convection: Plate Tectonics and Global Dynamics, Gordon and Breach, New York, 1989.  
D.L. Turcotte, G. Schubert, Geodynamics: Applications of Continuum Physics to Geological Problems, John Wiley & Sons, New York, 1982.

**Elektromagnetická indukce v zemském plášti** 2/0 Zk — GEO061

Formulace úlohy elektromagnetické indukce na kouli ve spektrální oblasti. Okrajové podmínky, přímá a obrácená úloha. Řešení přímé úlohy pro vrstevnatý vodivostní model (1D), osově symetrický vodivostní model (2D) a 3D vodivostní model. Semianalytické řešení úlohy pro model excentricky vnořených vodivých koulí.

- Literatura: J.A. Jacobs, Geomagnetism 1-3, Academia Press Limited, London, 1989.  
J.F. Hermance, Electrical Conductivity Models of the Crust and Mantle, in: Global Earth Physics, A Handbook of Physical Constants, AGU, 1995.

**Rotace Země** — 2/0 Zk GEO030

Otočení soustavy souřadné, Eulerovy úhly. Lunisolární slapový potenciál, slapové vlny. Precese a nutace tuhé Země, Eulerova perioda, Woolardova teorie. Rotace deformující se Země, Chandlerova perioda. Variace úhlové rychlosti.

- Literatura: M. Burša, K. Pěč, Tíhové pole a dynamika Země, Academia, Praha 1988.  
W.H. Munk, G.F. MacDonald, The Rotation of the Earth, Cambridge University Press, New York 1960.  
H. Moritz, I. Mueller, Earth Rotation, Ungarn Publ. Comp., New York 1987.

**Okrajové úlohy pro určení tíhového pole a tvaru Země I** — 2/0 Zk GEO059

Stokesova úloha pro Laplaceovu rovnici. Geoid, ortometrické výšky. Moloděnského úloha. Kvasigeoid, normální výšky. Další problémy určování geoidu a tvaru Země.

- Literatura: K.E. Bullen, B. Bolt, An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, 1985.  
K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.  
F.A. Dahlen, J. Tromp, Theoretical Global Seismology, Princeton University Press, 1998.

**Geodynamický seminář** 0/2 Z 0/2 Z GEO067

Seminář o aktuálních problémech v oblasti geodynamického výzkumu zemského nitra.

- Literatura: Aktuální časopisecká literatura

**Seismický seminář** 0/2 Z 0/2 Z GEO068

Seminář o aktuálních problémech v oblasti seismického výzkumu Země.

- Literatura: Aktuální časopisecká literatura

## 2. rok studia

### **Numerická předpověď zemětřesných pohybů půdy** 2/0 Zk — GEO028

Seismický zdroj konečných rozměrů. Šíření seismických vln v kůře a plášti Země. Vliv povrchových podmínek. Modelování metodou konečných diferencí. Verifikace numerických předpovědí pomocí mezinárodních predikčních experimentů (Kalifornie, Japonsko). Aplikace pro snížení následků zemětřesení.

Literatura: K.E. Bullen, B. Bolt, An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, 1985.  
K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.  
F.A. Dahlen, J. Tromp, Theoretical Global Seismology, Princeton University Press, 1998.  
J. Zahradník, Generation of Seismic Waves by Earthquake Sources (lecture notes). Uppsala University 1992.

### **Modelování seismických vln** 2/0 Zk — GEO052

Konstituční vztahy a pohybové rovnice. Souřadné systémy a metrické tenzory. Kinematická a dynamická paprsková rovnice. Numerické detaily výpočtu paprsků. Izotropní a anizotropní paprsková teorie. Jiné asymptotické metody. Konečné diference ve třech dimenzích. Paprsková metoda pro povrchové vlny. Fresnelovy zóny a objemy.

Literatura: V. Červený, Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, Cambridge 2001.  
V. Červený, L. Klimeš, I. Pšenčík, Complete seismic-ray tracing in three-dimensional structures, in: D.J. Doornbos ed., Seismological Algorithms, pp. 89-168, Academic Press, New York 1988.  
R.T. Coates, C.H. Chapman, Ray perturbation theory and the Born approximation, Geophysical Journal International, 100, 379-392, 1990.  
L. Klimeš, Accuracy of finite difference in smooth media, Pure and Applied Geophysics, 148, 39-76, 1996.

### **Vysokofrekvenční modelování účinků seismického zdroje** 2/0 Zk — GEO049

Vysokofrekvenční aproximace vlnového pole. Reprézentace zdroje. Kinematické modelování zdroje. Výpočet reprézentativního integrálu.

Literatura: Kostrov, B.V., Das, S. (1988), Principles of earthquake source mechanics, Cambridge University Press, New York  
Spudich, P., Archuleta, R.J. (1987), Techniques for earthquake ground-motion calculation with application to source parametrization to finite faults, in B.A. Bolt, ed., Seismic Strong Motion Synthetics, Academic Press, Inc., London, pp. 205-266

### **Inverze seismických vlnových polí a časů šíření** — 2/0 Zk GEO051

Geologický a seismický model prostředí. Nelineární inverzní teorie. Kinematická lokace hypocentra. Tomografická inverze. Seismické migrace. Software.

Literatura: V. Červený, Seismic Ray Theory, Cambridge University Press, Cambridge 2001.  
R.G. Pratt, Z.-M. Song, P. Williamson, M. Warner, Two-dimensional velocity models from wide-angle seismic data by wavefield inversion. Geophysical Journal International, 124, 323-340, 1996.  
A. Tarantola, Inverse Problem Theory, Elsevier, 1987.

### **Fortran 90 a paralelní programování** — 0/2 Z PRF039

Kurs programování ve Fortranu 90/95. Rysy Fortranu podporující datovou paralelizaci. Paralelizovatelné algoritmy. Překladače a numerické knihovny pro Microsoft Windows a Unix.

Literatura: M. Metcalf, J. Reid, Fortran 90/95 Explained, Oxford Science Publ., 1998.  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing, Cambridge University Press, 1996.  
V. Zahradník, Programování: Fortran 90 (skripta), Vydavatelství ČVUT, 1996.  
WWW.

### **Moderní instrumentální seismologie** — 2/0 Zk GEO041

Základy teorie signálů a lineárních dynamických systémů, principy digitální seismometrie. Analýza digitálních seismogramů, vybrané interpretační postupy seismických zdrojových a strukturních studií.

Literatura: K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.  
J. Zahradník, Generation of Seismic Waves by Earthquake Sources (lecture notes). Uppsala University 1992.

#### **Okrajové úlohy pro určení tíhového pole a tvaru Země II 2/0 Zk — GEO...**

Stokesova úloha pro Laplaceovu rovnici. Geoid, ortometrické výšky. Moloděnského úloha. Kvasigeoid, normální výšky. Další problémy určování geoidu a tvaru Země.

Literatura: K.E. Bullen, B. Bolt, An Introduction to the Theory of Seismology, Cambridge University Press, 1985.  
K. Aki, P.G. Richards, Quantitative Seismology 1, 2, Freeman and Company, San Francisco, 1980.  
F.A. Dahlen, J. Tromp, Theoretical Global Seismology, Princeton University Press, 1998.

#### **Fyzika ionosféry a magnetosféry 2/0 Zk — GEO006**

Plasma v kosmickém prostoru. Experimentální metody kosmické fyziky. Sluneční vítr. Topologie magnetosféry. Hraníční oblasti. Radiační pásy. Ionosféra. Magnetosférická dynamika. Aurorální oblast. Polární záře. Magnetosféry planet.

Literatura: F.F. Chen, Úvod do fyziky plazmatu, Academia, Praha 1984.

#### **Praktikum ze seismologie — 0/2 Z GEO011**

Základy teorie seismografu; zpracování seismogramu; seismické sítě; lokace zemětřesení; mechanismy zemětřesení.

Literatura: B. Bolt, Earthquakes, W.H. Freeman and Company, San Francisco 1978.  
O. Kulhánek, Anatomy of Seismograms, Elsevier 1990.  
F. Scherbaum, Basic Concepts in Digital Signal Processing for Seismologists, Springer-Verlag, 1994.  
<http://wwwneic.cr.usgs.gov>  
<http://orfeus.knmi.nl>  
<http://seis30.karlov.mff.cuni.cz>

#### **Geodynamický seminář 0/2 Z 0/2 Z GEO067**

Seminář o aktuálních problémech v oblasti geodynamického výzkumu zemského nitra.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

#### **Seismický seminář 0/2 Z 0/2 Z GEO068**

Seminář o aktuálních problémech v oblasti seismického výzkumu Země.

Literatura: Aktuální časopisecké stránky

#### **Seminář kvantové fyziky a chemie planet — 0/2 Z GEO048**

Interdisciplinární problémy na styku mezi kvantovou fyzikou, kvantovou chemií, fyzikou vysokých tlaků, geofyzikou a astronomií. Kvantově-mechanické výpočty pro vysoké tlaky s aplikacemi ve fyzice planet a geofyzice.

Literatura: A.S. Davydov: Kvantová mechanika. SPN, Praha 1978  
L. Skála: Kvantová teorie molekul. Univerzita Karlova, Praha 1994  
W.B. Hubbard: Planetary Interiors. Van Nostrand Reinhold Company, 1984  
V.N. Žarkov: Vnutrennee stroenie Zemli i planet. Nauka, Moskva 1983

### **3. Meteorologie a klimatologie**

#### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor meteorologie a klimatologie**

**Hydrodynamika** 3/1 Z,Zk — MET034

Základní zákonitosti pohybu dokonalých i reálných tekutin. V přednášce je akcentováno zaměření na aplikace ve fyzice atmosféry.

- Literatura: Brdička M., Samek L., Sopko B. (2000): Mechanika kontinua, Academia  
Batchelor G.K. (2000): An Introduction to Fluid Dynamics, Cambridge University Press  
Landau, L.D., Lifšic, E.M. (1986): Gidrodinamika, Nauka  
Cushman-Roisin, B. (1994): Introduction to Geophysical Fluid Dynamics, Prentice-Hall

**Metody zpracování fyzikálních měření** — 2/0 Zk MET050

Základní pojmy pravděpodobnosti, náhodná veličina, popisná statistika, rozdělení pravděpodobnosti, odhady parametrů rozdělení, testy hypotéz, korelace a lineární regrese.

- Literatura: Jiří Anděl: Statistické metody, MATFYZPRESS, Praha 1993  
R. Sneyers: On the Statistical analysis of Series of Observations, WMO No 415, 1990  
D.S. Wilks: Statistical Methods in the Atmospheric Science, Academic Press, San Diego, 1995, Academic Press, San Diego, 1995

**Seminář zpracování fyzikálních měření** — 0/1 Z MET049

Praktická aplikace statistických metod na meteorologická data. Seminář je zamýšlen jako cvičení k přednášce MET050 "Metody zpracování fyzikálních měření"

- Literatura: Jiří Anděl: Statistické metody, MATFYZPRESS, Praha 1993  
R. Sneyers: On the Statistical analysis of Series of Observations, WMO No 415, 1990  
D.S. Wilks: Statistical Methods in the Atmospheric Science, Academic Press, San Diego, 1995, Academic Press, San Diego, 1995

**Dynamická meteorologie** — 4/1 Z,Zk MET023

Termodynamický systém v atmosféře a oceánu, I. a II. veta termodynamiky, aplikace v atmosféře, rovnovážný stav v termodynamice, suchoadiabatické procesy v atmosféře, adiabatické procesy v oceánu, termodynamika vlhkého vzduchu, stav nasycení, fázové přechody, pseudoadiabatický dej ve vlhkém vzduchu. Hydrostatická rovnováha, aproximace zemské atmosféry, standardní atmosféra, statická stabilita atmosféry a oceánu. Tepelná výměna v systému Země - atmosféra. Souradné systémy a popis pohybu atmosféry, základní pohybové rovnice, typy proudění, vertikální struktura pohybového pole, horizontální a vertikální struktura tlakového pole, tlakové útvary, atmosférické fronty a frontogeneze, divergence a rovnice kontinuity, vorticitu a cirkulace, potenciální vorticitu. Časové změny v atmosféře, rovnice tlakové tendence, vorticity, divergence, vztah mezi prouděním a rozložením hmoty v atmosféře, bilanční rovnice, rovnice omega, vlnové pohyby v atmosféře. Energetika atmosféry, všeobecná cirkulace, cirkulace ve stratosféře, cirkulace v oceánu, tropická cirkulace.

- Literatura: Pechala, Bednár: Příručka dynamické meteorologie (Academia Praha, 1991)  
Curry, Webster: Thermodynamics of Atmospheres & Oceans, Academic Press, London, 1999  
Holton: An Introduction to dynamic meteorology (Academic Press, New York, 1972)  
Gill: Atmosphere - Ocean Dynamics (Academic Press, New York, 1982)  
Trenberth: Climate System Modeling (Cambridge University Press, 1992)

**Synoptická meteorologie I** — 3/0 Zk MET035

Složení a stavba atmosféry Země, denní a roční chody meteorologických prvků, kritéria stability vzduchových hmot se zřetelem na využití získaných poznatků pro aplikaci modelů tlakových útvarů a front norské školy.

- Literatura: A.S. Zverev: Synoptická meteorológia, Alfa Bratislava, SNTL Praha 1986

**Všeobecná klimatologie** — 4/0 Zk MET012

Klimatický systém, klima, klima, zpětné vazby. Pozorovaný stav atmosféry, oceánu, kryosféry, zemského povrchu, interakce atmosféra - oceán. Radiační děje v atmosféře, radiační bilance, tepelná bilance. Hydrologický cyklus a vodní bilance, voda v atmosféře. Cirkulace atmosféry, průměrná zonální a meridiální cirkulace, vertikální struktura cirkulace, QBO, ENSO, tropické cyklony, místní cirkulační systémy. Módy variability. Klima města.

Literatura: J.P. Peixoto, A.H. Oort: Physics of climate, American Institute of Physics, New York, 1992  
D.L. Hartmann: Global Physical Climatology, Academic Press, San Diego, 1994

**Meteorologické přístroje a pozorovací metody** — 3/0 Zk MET021  
Základy přístrojové a měřicí techniky a pozorovacích metod.

Literatura: F. Kocourek: Měřicí metody v meteorologii (1956, 1972)  
Slabá: Návod pre pozorovateľov meteorologických staníc ČSSR (1976)  
Middleton, Spilhaus: Meteorological instruments (1964)  
B. Sobíšek: Meteorologické přístroje a pozorovací metody (1970)

## 1. rok studia

**Synoptická meteorologie II** 2/0 Zk — MET036

Vzduchové hmoty, atmosférické fronty, tlakové útvary, jejich stavba a vývoj z hlediska metod diagnózy a prognózy počasí. Vztahy mezi početními metodami předpovědi a klasickými metodami norské školy.

Literatura: A.S. Zverev: Synoptická meteorológia, Alfa Bratislava, SNTL Praha 1986

**Fyzika mezní vrstvy** 2/0 Zk — MET002

Fyzikální procesy probíhající ve spodní vrstvě atmosféry ovlivněné fyzikálními vlastnostmi zemského povrchu.

Literatura: J. Bednář, O. Zikmunda: Fyzika mezní vrstvy atmosféry. Academia, Praha, 1985, 245 str

**Analýza povětrnostní mapy I** 1/3 KZ — MET013

Základní principy analýzy polí meteorologických prvků, principy kodování a dešifrace meteorologických zpráv. Vlastnosti polí geopotenciálu a větru, práce s aerologickými diagramy.

Literatura: W. Sancier: Principles of Meteorological Analysis, Univ. Press, Chicago, 1955  
P.G. Wickham: The Practice of Weather forecasting, London 1970

**Metody numerické matematiky I** 2/1 Z,Zk — MAF013

Přednáška se zabývá metodami numerické matematiky, které se používají pro zpracování dat v meteorologii, zejména při modelování atmosféry. Interpolace funkcí: obecný problém interpolace funkcí, Lagrangeova interpolace, konečná diference, Hermitova interpolace, interpolace kubickým splinem, odhady chyb interpolace, minimalizace chyby interpolace. Numerický výpočet derivací a integrálů. Metody lineární algebry: konvergentní matice, řešení soustav lineárních rovnic iteračními metodami, numerické řešení okrajových úloh pro parciální dif. rovnice, výpočet vlastních čísel a vektorů matic.

Literatura: I.S. Berezin, N.P. Žitkov: Metody vyčísleníj, Moskva 1962  
A. Ralston: Základy numerické matematiky, Academia Praha 1973  
E. Isaacson, H.B. Keller: Analysis of Numerical Methods, John Wiley & sons, New York 1972  
F. Mesinger, A. Arakawa: Numerical Methods used in Atmospheric Models, GARP-WMO 1976

**Metody numerické matematiky II** — 2/1 Z,Zk MAF014

Přednáška se zabývá metodami numerické matematiky, které se používají pro zpracování dat v meteorologii, zejména při modelování atmosféry. Metody řešení evolučních parciálních diferenciálních rovnic: diferenční metody, aproximace, konvergence, stabilita, metoda konečných prvků, spektrální metody. Diskrétní Fourierova transformace, realizace této transformace algoritmy FFT, aplikace FFT.

Literatura: I.S. Berezin, N.P. Žitkov: Metody vyčísleníj, Moskva 1962  
A. Ralston: Základy numerické matematiky, Academia Praha 1973  
E. Isaacson, H.B. Keller: Analysis of Numerical Methods, John Wiley & sons, New York 1972  
F. Mesinger, A. Arakawa: Numerical Methods used in Atmospheric Models, GARP-WMO 1976

**Analýza povětrnostní mapy II** — 1/3 KZ MET014

Komplexní analýza polí meteorologických prvků, atmosférických front a speciálních povětrnostních charakteristik. Interpretace předpovědí termobarického pole, využití výsledků numerických předpovědních metod, konstrukce slovní předpovědi počasí.

Literatura: W. Sancier: Principles of Meteorological Analysis, Univ. Press, Chicago 1955  
P.G. Wickham: The Practice of Weather Forecasting, London 1970

**Speciální klimatologický seminář** — 0/3 Z MET010

Přirozené a antropogenní změny klimatu, změny klimatu v minulosti Země, příčiny klimatických změn. Klimatické modely, antropogenní vlivy na klima, zesilování skleníkového efektu, konstrukce scénářů změny klimatu. Extrémní jevy, klima městských aglomerací.

Literatura: M. Z. Jacobson: Fundamentals of atmospheric modeling, Cambridge University Press, 1999, 656 str.  
P. J. Robinson A. Henderson-Sellers: Contemporary Climatology, Longman, 1999, 2. vyd. 317 str.  
Bude zadávána vyučujícím podle aktuálního vývoje oboru

**Aplikace distančních pozorování a detekčních metod v meteorologii** — 2/2 Z,Zk MET020

Literatura: P.K.Rao et al.: Weather Satellites: Systems, Data and Environmental Applications. AMS, Boston 1990  
L.J.Battan: Radar Observations of the Atmosphere. The University of Chicago Press, Chicago 1973

**Synoptická interpretace diagnostických a prognostických polí** — 2/2 Z,Zk MET033

Metody zpracování a interpretace meteorologických dat.

Literatura: F. Pechala, J. Bednář: Příručka dynamické meteorologie, Academia, Praha, 1991  
J.R.Holton: An Introduction to Dynamic Meteorology. Academia Press, New York, London, 1972  
P.S. Ray: Mesoscale Meteorology and Forecasting. AS 1981

**Fyzika oblaků a srážek** — 2/0 Zk MET003

Základní děje oblačné fyziky, kondenzace vodní páry, koalescence kapek, podmínky mrznutí vody v atmosféře, vývoj srážek, mikrostruktura a makrostruktura vrstevnatých a konvekčních oblaků.

Literatura: J. Podzimek: Fyzika oblaků a srážek, Nakl. ČSAV, Praha 1959, 476 str.  
B. J. Mason: The physics of Clouds, Clarendon Press, Oxford, 1971, 671 str.

**2. rok studia**

**Chemismus atmosféry** 2/0 Zk — MET019

Základní chemické reakce probíhající v zemské atmosféře a ovlivňující životní prostředí.

Literatura: Seinfeld J.H., Pandis S. N.: "Atmospheric Chemistry and Physics. From Air Pollution to Climate Change." John Wiley and Sons, Inc., New York, Chichester, Weinheim, Brisbane, Toronto 1998  
E. Meszáros: Atmospheric Chemistry. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1981  
Kouimtzis T., Samara C.: " Airborne particulate matter. The handbook of environmental chemistry "Springer-Verlag Berlin, 1995  
Fiala J. " Měření imisí. Monitoring znečištění a informační systém kvality ovzduší, studijní texty kurzu celoživotního vzdělávání " Praha, 1996  
Warneck P.: "Chemistry of the Natural Atmosphere", Academic Press, San Diego, San Francisco, New York, Boston, London, Sydney, Tokyo, 1999  
Brimblecombe P.: "Air composition and chemistry", Cambridge environmental chemistry series, Cambridge university press, 1996

**Speciální meteorologický seminář I** 0/3 Z — MET038

Seminář o aktuálních otázkách meteorologie. Vlny v atmosféře, využití při řešení prognostických úloh. Baroklinita, frontogeneze. Mikrofyziologie oblačných systémů. Synopticko-statistické metody vhodné ke krátkodobé předpovědi konvekce, příp. bouře. Aktuální otázky řešení na meteorologických pracovištích v České republice.

Literatura: Bude zadávána vyučujícím podle aktuálního vývoje oboru

#### **Speciální meteorologický seminář II — 0/3 Z MET039**

Seminář o aktuálních otázkách meteorologie. Vlny v atmosféře, využití při řešení prognostických úloh. Baroklinita, frontogeneze. Mikrofyziologie oblačných systémů. Synopticko-statistické metody vhodné ke krátkodobé předpovědi konvekce, příp. bouře. Aktuální otázky řešení na meteorologických pracovištích v České republice.

Literatura: Bude zadávána vyučujícím podle aktuálního vývoje oboru

### **Předměty výběrově povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor meteorologie a klimatologie**

#### **1. rok studia**

#### **Statistické metody v meteorologii a klimatologii 2/1 Z,Zk — MET011**

Nelineární regrese, vícerozměrné metody, vícerozměrná lineární regrese, analýza hlavních komponent, shluková analýza. Časové řady v meteorologii, Markovské řetězce, autoregresní modely

Literatura: Jiří Anděl: Statistické metody, MATFYZPRESS, Praha 1993  
R. Sneyers: On the Statistical analysis of Series of Observations, WMO No 415, 1990  
T. Cipra: Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. Praha, SNTL/ALFA, 1986u,

#### **Šíření akustických a elektromagnetických vln v atmosféře 3/0 Zk — MET004**

Rozptyl a absorpce elektromagnetických a akustických vln v atmosféře, optické a akustické jevy v souvislosti se zvrstvením vzduchu, vodními kapičkami, ledovými a obecně aerosolovými částicemi.

Literatura: Jan Bednář: Pozoruhodné jevy v atmosféře. Atmosférická optika, akustika a elektřina. Academia, Praha, 1989, 236 str

#### **Regionální klimatologie a klimatografie ČR 4/0 Zk — MET009**

Klasifikace klimatu, charakteristiky základních klimatických zón a typů, klima jednotlivých kontinentů, klima ČR.

Literatura: E. Landsberg: World Survey of climatology, vol.5-13 Elsevier, 1969-1981  
Podnebí ČSSR. Souborná studie. HÚ Praha 1969

#### **Vlnové pohyby a energetika atmosféry 3/0 Zk — MET025**

Teorie vlnových dějů a transformací energie v atmosféře. Energetika atmosféry - Margulesův přístup, Lorenzova koncepce. Energetika v barotropním modelu, energetika v jednoduchém geostrofickém baroklinním modelu, souvislost energetiky s vlnovými pohyby velkých měřítek. Klasifikace a popis atmosférických vlnových pohybů. Metoda malých kmitů. Rossbyho vlny. Kombinované vlnové pohyby, problém filtrace. Gravitační vlny. Frontální vlny. Formulace problému instability.

Literatura: F. Pechala, J. Bednář: Příručka dynamické meteorologie, Academia, Praha, 1991  
G. J. Haltiner: Numerical Weather Prediction, John Wiley & Sons, New York, London, Sydney, Toronto, 1971  
J. van Mieghem: Atmospheric Energetics, Clarendon Press, Oxford, 1973

#### **Turbulence v atmosféře 3/0 Zk — MET032**

Teorie atmosférické turbulence. Zavedení pojmu turbulence, historie, základní vlastnosti. Teorie pohybu tekutin - dynamický systém (Lorenzův model), buněčné modely, kinetický popis, kontinuum. Statistický popis turbulence,

Reynoldsovy podmínky, pohybové rovnice, rovnice kontinuity v aproximaci mělké vody, problém uzávěru, korelace vyšších řádů, teorie turbulence. Homogenní a izotropní turbulence - vlastnosti, korelační tenzor, pohybové rovnice. Turbulentní difúze - Lagrangeova analýza. Modely turbulence - algebraické (Prandtlůva teorie přenosu hybnosti, Taylorova teorie přenosu vířivosti, von Kármánova podobnostní teorie), jednobodové modely (k-epsilon).

Literatura: H.Tennekes, J.L.Lumley: A First Course in Turbulence, The MIT Press, Cambridge, Mass, (1972)  
H.A.Panofsky, J.A.Dutton: Atmospheric Turbulence, John Wiley and sons, (1984)  
R.S.Azad: The Atmospheric Boundary Layer for Engineers, Kluwer Academic Publishers (1993)

### **Dynamické předpovědní metody** 3/0 Zk — MET024

Matematicko-fyzikální metody předpovědi termobarických polí.

Literatura: W. Haltiner: Numerical prediction and dynamic meteorology (1980)  
S. Brandeys: Úvod do početní předpovědi počasí (1957)  
M. Škoda, O. Zikmunda: Objektívni metody předpovědi v synoptické meteorologii (1966)  
F. Mesinger, A. Arakawa: Číselnyje metody ispolzujemyje v atmosférynych moděljach I (1976, resp. 1979)  
Kasahara (ed.) Číselnyje metody ispolzujemyje v atmosférynych moděljach II (1979, resp. 1982)  
Chang (ed.) General circulation models of the atmosphere (1977)

### **Numerické řešení rovnic prognostických modelů** 2/0 Zk — MET008

Přednáška se zabývá fyzikální a matematickou formulací soudobých meteorologických předpovědních modelů, tedy hydrostatických i nehydrostatických baroklinních modelů a jejich numerickým řešením na počítačích. Výběr a příprava dat pro model, kontrola došlých naměřených dat, principy objektivní analýzy asimilací dat, metoda optimální interpolace, inicializace vstupních dat, energetika modelu a jeho konzistence, vlastnosti systémů zákonů zachování, formulace počátečních úloh a okrajových podmínek, výsledky modelů a jejich grafické zpracování.

Literatura: G. J. Haltiner, R. T. Williams: Numerical Prediction and Dynamic Meteorology, John Wiley & Sons, New York, Chichester, Brisbane, Toronto, 1980

## **2. rok studia**

### **Speciální seminář realizace numerických předpovědních modelů** 0/2 Z 0/2 Z MAF015

Seminář se zabývá realizací meteorologických modelů na počítačích. Vychází z praktických zkušeností přednášejícího s modelováním v Českém hydrometeorologickém ústavu i Météo France. Zabývá se programováním meteorologických předpovědních modelů a realizací výpočtu na počítačích různé architektury, tedy i superpočítačích. Je studován zejména model ČHMÚ jehož hlavním autorem je přednášející. Model je proto k dispozici a můžeme s ním na katedře provádět různé zkušební výpočty, nebo jej můžeme modifikovat a provádět výpočty po modifikaci modelu. Jsou studovány též francouzské modely ARPEGE a ALADIN.

Literatura: rozsáhlá časopisecká literatura podle aktuálního vývoje oboru

### **Letecká meteorologie** — 2/0 Zk MET015

Základní poznatky studia vlivu meteorologických dějů a jevů v letectví. Metody řešení speciálních otázek konvekce ve sportovním létání, vlivy počasí na leteckou činnost v rámci zemědělství.

Literatura: England/Ulbricht: Flugmeteorologie, VEB Verlag, Berlin 1980

### **Elektrické jevy v atmosféře** 2/0 Zk — MET001

Základní děje atmosférické elektřiny, elektrická struktura atmosféry, elektřina klidného ovzduší, oblačná a bouřková elektřina, bodové výboje, blesky.

Literatura: J. Bednář: Pozoruhodné jevy v atmosféře. Atmosférická optika, akustika a elektřina. Academia, Praha, 1989, 236 str.  
J. A. Chalmers: Atmospheric Electricity, Pergamon Press, Oxford, 1967, 515 str.

#### **Šíření exhalací v atmosféře** 2/0 Zk — MET005

Zdroje znečišťujících příměsí, emise, imise. Mechanizmy transportu znečišťujících příměsí v atmosféře, suchá a mokrá depozice, základní typy antropogenních příměsí a jejich nejdůležitější chemické reakce. Prostorová měřítka přenosu znečišťujících příměsí v atmosféře, lagrangeovské a eulerovské modely, vlečkové modely, puff-modely, princip disperzního modelování, praktické aplikace gaussovských modelů. Typizace meteorologických podmínek z hlediska účinnosti prostorového rozptylu znečišťujících příměsí. Zpětné vlivy znečištění ovzduší na meteorologické děje.

Literatura: J. Bednář, O. Zikmunda: Fyzika mezní vrstvy atmosféry. Academia, Praha, 1985, 245 str.  
S. Tiwomey: Atmospheric aerosols. Elsevier, Amsterdam, Oxford, New York, 1977, 302 str.  
J. H. Seinfeld: Atmospheric Chemistry and Physics of Air Pollution, John Willey & Sons, 1997

#### **Atmosférické procesy mezosynoptického měřítka** 3/0 Zk — MET031

Vymezení pojmu mezosynoptické měřítka. Historie tohoto pojmu. Klasifikace atm. procesů. Časová a prostorová měřítka. Role mezosynoptických procesů z hlediska transportu energie. Základní typy atm. instabilit. Vzlaková instabilita. Inerční (symetrická) instabilita. Kelvinovy-Helmholtzovy vlny. Gravitační vlny. Mechanismus vzniku. Transport hybnosti a energie. Horské vlny. Förchtgottova klasifikace závětrných efektů. Scorerův parametr. Základní modelové příklady závětrných vlnových procesů. Termicky indukovaná cirkulace. Vertikální hustotní měřítka. "Mělká" a "hluboká" cirkulace. Atmosférické fronty a tryskové proudění. Frontogenetické funkce, frontogeneze, frontolýza. Kinematika a dynamika frontogeneze. Modely. Frontální vektor. Role ageostrofického proudění. Tropopauza.

Literatura: P.S.Ray: Mesoscale Meteorology and Forecasting. AMS 1981  
B.W. Atkinson: Meso-scale Atmospheric Circulation. Academic Press, London, 1981  
R.A. Pielke: Mesoscale Meteorological Modeling. Academic Press, 1984

#### **Matematické modelování oblačných a srážkových procesů v atmosféře** 2/0 Zk — MET054

Postupy matematického modelování zaměřeného na procesy různého časového a prostorového měřítka, které vedou k vývoji oblačných systémů a ke vzniku srážek. Zaměřeno na metody, které ústí v objektivní předpověď srážek ve středních zeměpisných šířkách.

Literatura: Pruppacher, H.R., J.D. Klett (1997): Microphysics of clouds and precipitation. Second revised and enlarged edition with an introduction to cloud chemistry and cloud electricity. Atmospheric and oceanographic sciences library, Vol.18, Kluwer Academic Publishers, 954 str.  
Houze, R.A. Jr. (1993): Cloud dynamics, Academic Press, 573 str.  
Cotton, W.R., R.A. Anthes (1989): Storm and cloud dynamics., Academic Press, 877 str.  
Emanuel K.A., Raymond, D.J. (1993): The representation of cumulus convection in numerical models. Meteorol. Monographs, Vol.24, Nb.46, AMS, 246 str.

## **4. Teoretická fyzika**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor teoretická fyzika**

#### **Termodynamika a statistická fyzika I** 3/2 Z,Zk — TMF043

Termodynamika: základní pojmy, teplota; první a druhý zákon termodynamický, entropie, absolutní teplota; termodynamické potenciály, teorie plynů; termodynamika dielektrik a magnetik; termodynamika elastických těles; třetí zákon termodynamický; fázové přechody a kritické jevy; povrchové jevy; termodynamická teorie fluktuací.

Literatura: J. Kvasnica: Termodynamika, SNTL, 1965  
J. Kvasnica: Statistická fyzika: Academia, Praha, 1983  
F. Čulík, M. Noga: Úvod do statistické fyziky a termodynamiky, SNTL, Praha, 1982

#### **Termodynamika a statistická fyzika II** — 3/2 Z,Zk TMF044

Statistická fyzika: pravděpodobnostní popis makroskopických systémů; statistická entropie; izolovaný rovnovážný systém, mikrokanonický soubor; systém v rovnováze s termostatem, kanonický soubor; termodynamika jako důsledek statistické mechaniky; ideální plyn, hustý plyn, kvantové plyny; časový vývoj.

Literatura: J. Kvasnica: Termodynamika, SNTL, 1965

J. Kvasnica: Statistická fyzika: Academia, Praha, 1983

F. Čulík, M. Noga: Úvod do statistické fyziky a termodynamiky, SNTL, Praha, 1982

### **Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — JSF060

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983

A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964

P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958

K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966

J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

### **Kvantová teorie II** — 4/2 Z,Zk JSF061

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983

A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964

P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958

K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966

J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

## **1. rok studia**

### **Relativistická fyzika I** 4/2 Z,Zk — TMF037

Obecná teorie relativity: princip ekvivalence a princip obecné kovariance, paralelní přenos a rovnice geodetiky, gravitační rudý posuv; tenzorová analýza, křivost; Einsteinův gravitační zákon. Eulerovy rovnice pro dokonalou tekutinu. Schwarzschildovo řešení Einsteinových rovnic.

Literatura: Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. (Academia, Praha 1968)

Misner C. W., Thorne K. S. a Wheeler J. A.: Gravitation. (Freeman, San Francisco 1973)

Weinberg S.: Gravitation and Cosmology. (J. Wiley, New York 1972)

### **Relativistická fyzika II** — 4/2 Z,Zk TMF038

Černé díry a gravitační kolaps. Linearizovaná teorie gravitace, gravitační vlny. Relativistická astrofyzika: relativistické modely hvězd; Chandrasekharova mez a závěrečná stadia vývoje hvězd. Relativistická kosmologie: Hubbleova expanze; kosmologický princip, Robertsonova-Walkerova metrika; Friedmannovy modely; kosmologický rudý posuv; počáteční stadia vývoje vesmíru, antropický princip. Pokračování přednášky TMF037.

Literatura: Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. (Academia, Praha 1968)

Misner C. W., Thorne K. S. a Wheeler J. A.: Gravitation. (Freeman, San Francisco 1973)

Weinberg S.: Gravitation and Cosmology. (J. Wiley, New York 1972)

### **Kvantová teorie pole I** 4/2 Z,Zk — JSF068

Rovnice relativistické kvantové mechaniky. Lagrangeovský formalismus v klasické teorii pole. Kanonické kvantování volných polí. Interakce kvantovaných polí. Poruchový rozvoj S-matic. Feynmanovy diagramy. Kvantová elektrodynamika. Regularizace a renormalizace.

Literatura: L. Ryder: Quantum Field Theory, Cambridge, Univ. Press 1996

M. Peskin, D. Schroeder: An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books 1995.

### **Kvantová teorie pole II** — 4/2 Z,Zk JSF069

Rovnice relativistické kvantové mechaniky. Lagrangeovský formalismus v klasické teorii pole. Kanonické kvantování volných polí. Interakce kvantovaných polí. Poruchový rozvoj S-matic. Feynmanovy diagramy. Kvantová elektrodynamika. Regularizace a renormalizace.

Literatura: L. Ryder: Quantum Field Theory, Cambridge, Univ. Press 1996  
M. Peskin, D. Schroeder: An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books 1995.

### **Teorie kondenzovaného stavu I** 2/0 Zk — FPL108

Optické a magnetické vlastnosti a transport v pevných látkách objemových, se sníženou dimenzí i mezoskopických. Vliv translační symetrie a její narušení vnějšími poli či vnitřními poruchami. Na příkladu kmitů mříže a elektromagnetického záření je ukázáno kvantování fyzikálních polí. Jsou zavedeny kvazičástice (excitony, magnony, plasmony, polarony). Použitím metod poruchové teorie, kanonické transformace a Greenových funkcí je na příkladu elektron-fononové interakce probrána jejich vzájemná interakce.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

## **Předměty výběrové povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor teoretická fyzika**

### **1. rok studia**

#### **Teorie kondenzovaného stavu II** — 2/0 Zk FPL109

Teorie lineární odezvy, kinetické přístupy ke koeficientům lineární odezvy, optické vlastnosti kondenzované fáze. Pohyb elektronu v silných polích. Experimenty rozptylu a Moessbauerův jev.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977)  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

#### **Cvičení z teorie kondenzovaného stavu I** 0/2 Z — FPL...

Cvičení ke stejnojmenné přednášce. Zaměřeno na získání výpočetní zručnosti a hlubší pochopení přednášené látky.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

#### **Cvičení z teorie kondenzovaného stavu II** — 0/2 Z FPL...

Cvičení ke stejnojmenné přednášce. Zaměřeno na získání výpočetní zručnosti a hlubší pochopení přednášené látky.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

### **2.rok studia**

#### **Seminář matematické fyziky** 0/2 Z 0/2 Z TMF008

Referáty pracovníků UTF a hostů z různých oblastí teoretické fyziky

Literatura: Literatura zadaná jednotlivými přednášejícími.

#### **Cvičení z teorie kondenzovaného stavu I** 0/2 Z — FPL...

Cvičení ke stejnojmenné přednášce. Zaměřeno na získání výpočetní zručnosti a hlubší pochopení přednášené látky.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

### **Kvantová teorie pole II** — 4/2 Z,Zk JSF069

Rovnice relativistické kvantové mechaniky. Lagrangeovský formalismus v klasické teorii pole. Kanonické kvantování volných polí. Interakce kvantovaných polí. Poruchový rozvoj S-matic. Feynmanovy diagramy. Kvantová elektrodynamika. Regularizace a renormalizace.

Literatura: L. Ryder: Quantum Field Theory, Cambridge, Univ. Press 1996  
M. Peskin, D. Schroeder: An Introduction to Quantum Field Theory, Perseus Books 1995.

### **Relativistická fyzika II** — 4/2 Z,Zk TMF038

Černé díry a gravitační kolaps. Linearizovaná teorie gravitace, gravitační vlny. Relativistická astrofyzika: relativistické modely hvězd; Chandrasekharova mez a závěrečná stadia vývoje hvězd. Relativistická kosmologie: Hubbleova expanze; kosmologický princip, Robertsonova-Walkerova metrika; Friedmannovy modely; kosmologický rudý posuv; počáteční stadia vývoje vesmíru, antropický princip. Pokračování přednášky TMF037.

Literatura: Kuchař K.: Základy obecné teorie relativity. (Academia, Praha 1968)  
Misner C. W., Thorne K. S. a Wheeler J. A.: Gravitation. (Freeman, San Francisco 1973)  
Weinberg S.: Gravitation and Cosmology. (J. Wiley, New York 1972)

### **Teorie kondenzovaného stavu II** — 2/0 Zk FPL109

Teorie lineární odezvy, kinetické přístupy ke koeficientům lineární odezvy, optické vlastnosti kondenzované fáze. Pohyb elektronu v silných polích. Experimenty rozptylu a Moessbauerův jev.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

### **Cvičení z teorie kondenzovaného stavu II** — 0/2 Z FPL...

Cvičení ke stejnojmenné přednášce. Zaměřeno na získání výpočetní zručnosti a hlubší pochopení přednášené látky.

Literatura: CH. Kittel: Kvantová teória tuhých látok. Orig. J. Wiley (1963), slov. Alfa Bratislava (1977),  
GF: L. Hedin and L. Sunquist: Solid State Physics 23 (1969)  
TB-CPA: B. Velický, S. Kirpatrik, H. Ehrenreich: Phys. Rev. 157, 747 (1968)  
KKR-CPA: J.S. Faulkner and G.M. Stocks: Phys Rev. B21, 3222 (1980)

### **Kvantová teorie pole II** — 4/2 Z,Zk JSF098

Relativistická kvantová mechanika. Obecná kvantová teorie polí a její aplikace zejména v oblasti subjaderné fyziky.

Literatura: J. Formánek: Úvod do relativistické kvantové mechaniky a kvantové teorie pole IIa, IIb, Praha 2000  
J.D. Bjorken, S.D. Drell: Relativistic Quantum Fields. New York 1965.  
C. Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory, New York 1980.  
S.J. Chang: Introduction to Quantum Field Theory, Singapor (1990)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I. Cambridge (1995)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields II. Cambridge (1996)

### **Geometrické metody teoretické fyziky** — 3/2 Z,Zk TMF009

Základní pojmy z topologie. Základy tenzorové analýzy na varietách: diferencovatelné variety, jejich tečné prostory, vektorová pole; afinní konexe, paralelní přenos a geodetické křivky; tenzorová pole, torze a křivost; Riemannovy a pseudo-Riemannovy variety, Riemannova konexe; Gaussova teorie ploch, Gaussova formule. Diferenciální formy:

základní operace a věty; Maxwellova teorie a Riemannova geometrie ve formalismu forem, Cartanovy rovnice struktury, Bianchiho identity; integrace na varietách. Lieovy grupy a algebry, exponenciální zobrazení, grupy transformací. Fibrované prostory a bundly. Aplikace geometrických metod ve fyzice.

Literatura: O. Kowalski: Základy Riemannovy geometrie, skripta, vydavatelství Karolinum, 1995  
S. Helgason: Differentialná geometrija i simetričeskije prostranstva (překlad z angličtiny),  
Izd. MIR, Moskva 1964 (Kapitola 1)

### **Kalibrační teorie polí** 2/0 Zk — TMF022

Kalibrační invariance, spontánní narušení symetrie, jednotná teorie elektroslabé interakce, kvantová teorie kalibračních polí, renormalizace a renormalizační grupa, poruchové řady.

Literatura: J. Novotný: Vybrané partie teorie kvantovaných polí, (elektronická skripta)  
<http://nc25.troja.mff.cuni.cz/ucjf/iso-8859-2/teorie/postscript/text23.ps>  
R.P. Feynman, A. Hibs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw hill, NY, 1965)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I., Cambridge University Press, Cambridge 1995  
J. Glimm, A. Jaffe: Quantum Physics. A Functional Integral Print of View, Springer Verlag, No.4,  
Heidelberg, Berlin 1981.

### **Teorie grup a symetrie ve fyzice I** 3/0 Zk — TMF017

Symetrie ve fyzice, množiny s algebraickou a topologickou strukturou, konečné grupy a jejich reprezentace.

Literatura: E.P. Wigner, Group Theory (Academic Press, New York and London 1959)  
V. Heine, Group Theory in Quantum Mechanics (Pergamon Press, London 1960)

### **Teorie grup a symetrie ve fyzice II** — 2/0 Zk TMF018

Lieovy grupy a algebry a jejich reprezentace. Teorie nekonečných Lieových algeber. Pokračování přednášky TMF017.

Literatura: E.P. Wigner, Group Theory (Academic Press, New York and London 1959)  
V. Heine, Group Theory in Quantum Mechanics (Pergamon Press, London 1960)

### **Základy teorie elektroslabých interakcí** — 2/2 Z,Zk JSF085

Cesta k fenomenologické V-A teorii slabých interakcí. Idea sjednocení slabých a elektromagnetických interakcí. Neabelovské kalibrační pole a Higgsův mechanismus. Glashow-Weinberg-Salamův standardní model elektroslabých interakcí.

Literatura: P. Renton: Electroweak interactions (Cambridge Univ. Press, 1990)  
J. Hořejší: Fundamentals of electroweak theory (Karolinum, 2002)

### **Teoretická atomová fyzika** 2/0 Zk — TMF030

Teorie atomových procesů s aplikacemi v nerelativistické astrofyzice. Atomy a ionty, atomová spektra, srážky atomárních částic, molekulární procesy, resonance.

Literatura: Fano V., Ran A.R.P.: Atomic Collision and Spectra, Academic Press, New York, 1986  
Friedrich H.: Theoretical Atomic Physics, Springer Verlag, Heidelberg, 1991  
Kukulin V.I., Krasnopolsky V.M., Horáček J.: Theory of Resonances, Kluwer-Academia, Praha, 1989

### **Teorie plazmatu** 2/0 Zk — TMF020

Driftové přiblížení pohybu částic v elektromagnetických polích. Boltzmannova a Vlasovova kinetická rovnice. Soustava fluidních a magnetohydrodynamických rovnic. Rovnováha a stabilita plazmatu. Disperzní rovnice pro šíření vln ve studeném plazmatu. Kinetická teorie šíření vln v horkém plazmatu, Landauův útlum, absorpce 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 užití v modelech anomálních jevů v plazmatu. Plazma nízkoteplotní, termonukleární a astrofyzikální.

Literatura: Kracík J., Tobiáš J.: Fyzika plazmatu, Academia Praha 1966.  
Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia Praha 1984.

**Teorie fázových přechodů** 2/0 Zk — TMF019

Systémy na mřížce, fázové přechody prvního druhu, kritické chování, renormalizační grupa.

Literatura: J. J. Binney et al.: The Theory of Critical Phenomena, An Introduction to the Renormalization Group (Clarendon Press, Oxford 1992)

**Vybrané partie teorie kvantovaných polí I** 3/0 Zk — JSF082

Dráhový integrál v kvantové mechanice. Funkcionální metody a Greenovy funkce. Wickova rotace a partiční suma. Berezinův integrál.

Literatura: J. Novotný: Vybrané partie teorie kvantovaných polí, (elektronická skripta)  
<http://nc25.troja.mff.cuni.cz/ucjf/iso-8859-2/teorie/postscript/text23.ps>  
R.P. Feynman, A. Hibs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw hill, NY, 1965)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I., Cambridge University Press, Cambridge 1995  
J. Glimm, A. Jaffe: Quantum Physics. A Functional Integral Print of View, Springer Verlag, No.4, Heidelberg, Berlin 1981.

**Vybrané partie teorie kvantovaných polí II** — 3/0 Zk JSF083

Funkcionální metody v kvantové teorii pole. Kontinuální integrál. Wardovy identity a anomálie. Kvantování neabelovských kalibračních polí.

Literatura: J. Novotný: Vybrané partie teorie kvantovaných polí, (elektronická skripta)  
<http://nc25.troja.mff.cuni.cz/ucjf/iso-8859-2/teorie/postscript/text23.ps>  
R.P. Feynman, A. Hibs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw hill, NY, 1965)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I., Cambridge University Press, Cambridge 1995  
J. Glimm, A. Jaffe: Quantum Physics. A Functional Integral Print of View, Springer Verlag, No.4, Heidelberg, Berlin 1981.

**Vybrané kapitoly z matematické fyziky** — 2/0 Zk TMF025

Pokročilejší partie kvantové teorie: operátory na Hilbertových prostorech; postuláty kvantové mechaniky, stavy a pozorovatelné v kvantové mechanice; globální a lokální relace neurčitosti; kanonické komutační relace; časový vývoj, Schrödingerovy operátory; bodové a kontaktní interakce.

Literatura: J. Blank, P. Exner, M. Havlíček: Lineární operátory v kvantové fyzice, Karolinum, Praha 1993

**Deterministický chaos** — 2/0 Zk MAF026

Některé pojmy z teorie dynamických systémů. Ergodické systémy a systémy s mísením. Chaos v hamiltonovských systémech, chaos v disipativních systémech. Podivné atraktory, fraktální dimenze, Ljapunovovy exponenty, K-entropie. Aplikace ve fyzice atmosféry a v teorii klimatu.

Literatura: E. Ott: Chaos in dynamical systems, Cambridge University Press, Cambridge, (1993)  
G.L. Baker, J.P. Gollub: Chaotic dynamics: an introduction, Cambridge University Press, 2. vyd. (1996)  
J. Horák, L. Krlín: Deterministický chaos a matematické modely turbulence, Academia, Praha, (1996), 444 str.  
H.D.I. Abarbanel et al.: The analysis of observed chaotic data in physical systems, Rev. Mod. Physics, 65, (1993), 1331-1392  
Lorenz E.N.: The essence of chaos, University of Washington Press, 3. vyd. (1999)

**Procesy v kosmickém plazmatu** — 2/0 Zk TMF028

Základy klasické a relativistické kinetické teorie s aplikacemi na magnetohydrodynamiku a zářivou hydrodynamiku v astrofyzice. Doplňkové partie z teorie relativity, elektrodynamiky a diferenciální geometrie.

Literatura: Kracík J., Tobiáš J.: Fyzika plazmatu, Academia Praha 1966.  
Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia Praha 1984.

**Kvantové fázové přechody** — 2/0 Zk TMF035

Fázové přechody v krystalických pevných látkách, teorie středního pole pro fázové přechody druhého druhu, renormalizovaná poruchová teorie. Kvantové fluktuace v kritické oblasti nízkoteplotních fázových přechodů a jejich teoretický popis. Supravodivost, magnetické fázové přechody v systémech s těžkými fermiony, elektronová lokalizace a přechod kov-izolátor.

Literatura: J. J. Binney et al.: The Theory of Critical Phenomena, An Introduction to the Renormalization Group (Clarendon Press, Oxford 1992)

**Kvantová teorie molekul** — 3/2 Z,Zk BCM039

Bornova-Oppenheimerova a adiabatická aproximace. Hückelova metoda. Hartreeho, Hartreeho-Fockovy a Roothaanovy rovnice. Semiempirické a ab initio metody kvantové chemie. Korelační energie. Symetrie. Mezimolekulární interakce. Polarizovatelnost. Kmity molekul. Chemická reaktivita.

Literatura: A.S. Davydov: Kvantová mechanika. SPN, Praha 1978  
L. Skála: Kvantová teorie molekul. Univerzita Karlova, Praha 1994

**Pravděpodobnostní metody ve fyzice I** 2/0 Zk — BCM078

Axiomatika teorie, náhodné proměnné, jejich posloupnosti, náhodné funkce. Teorie Brownova pohybu. Langevinova rovnice, stochastické diferenciální rovnice. Aplikace ve fyzice pevných látek, fyzice polymerů, optice.

Literatura: G. Zaslavskij, R. Z. Sagdeev, Vvedenije v nelinejnuju fyziku. Nauka, Moskva 1998

**Pravděpodobnostní metody ve fyzice II** — 2/0 Zk BCM079

Axiomatika teorie, náhodné proměnné, jejich posloupnosti, náhodné funkce. Teorie Brownova pohybu. Langevinova rovnice, stochastické diferenciální rovnice. Aplikace ve fyzice pevných látek, fyzice polymerů, optice.

Literatura: G. Zaslavskij, R. Z. Sagdeev, Vvedenije v nelinejnuju fyziku. Nauka, Moskva 1998

**Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů I** 2/0 Zk — TMF027

Základní pojmy teorie pravděpodobnosti a matematické statistické fyziky (teorie Gibbsových stavů). Zvláštní pozornost je věnována matematické teorii nízkoteplotních fázových přechodů v mřížových modelech

Literatura: G. Zaslavskij, R. Z. Sagdeev, Vvedenije v nelinejnuju fyziku. Nauka, Moskva 1998

**Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů II** — 2/0 Zk TMF047

Úvod do matematické teorie Gibbsových stavů. Zkoumání fázových přechodů některých význačných modelů (Isingova typu). Pokračování přednášky TMF027.

Literatura: G. Zaslavskij, R. Z. Sagdeev, Vvedenije v nelinejnuju fyziku. Nauka, Moskva 1998

**Základy počítačové fyziky I** 2/1 Z,Zk — EVF040

HW a SW základy počítačové fyziky. Hlavní směry počítačové fyziky - numerické výpočty, řízení experimentů, zpracování textu, zpracování obrazu, integrální transformace, symbolické manipulace, spojité a částicové modelování. Základy matematické statistiky a počtu pravděpodobnosti. Numerické metody. Jazyk FORTRAN 77. Určeno pro posluchače oboru fyzika kromě stud. směru FPIP.

Literatura: Press W.H. et al.: Numerical Recipes in FORTRAN (Pascal, C) Cambridge University Press, Cambridge 1992  
Hrach R.: Numerické metody ve fyzikální elektronice I skripta MFF UK, SPN, Praha 1981

**Základy počítačové fyziky II** — 2/2 Z,Zk EVF041

HW a SW základy počítačové fyziky. Hlavní směry počítačové fyziky - numerické výpočty, řízení experimentů, zpracování textu, zpracování obrazu, integrální transformace, symbolické manipulace, spojité a částicové modelování. Základy matematické statistiky a počtu pravděpodobnosti. Numerické metody. Jazyk FORTRAN 77. Určeno pro posluchače oboru fyzika kromě stud. směru FPIP.

Literatura: Press W.H. et al.: Numerical Recipes in FORTRAN (Pascal, C) Cambridge University Press, Cambridge 1992

Hrach R.: Numerické metody ve fyzikální elektronice I skripta MFF UK, SPN, Praha 1981

### **Moderní aplikace statistické fyziky I** 2/0 Zk — TMF049

Nové trendy v aplikacích statistické fyziky, která se dnes uplatňuje i v řadě netradičních oblastí a umožňuje výklad složitých přírodních a také společenských dějů. Obsah: fraktální geometrie, mřížkové modely, kritické jevy, stochastické diferenciální rovnice, modely růstu, celulární automaty, samoorganizované kritické jevy.

Literatura:

### **Moderní aplikace statistické fyziky II** — 2/0 Zk TMF050

Obsah: metody teorie pole ve statistické fyzice, neuspořádané systémy, spinová skla, neuronové sítě, evoluce složitých systémů; aplikace statistické fyziky v ekonomii. Pokračování přednášky TMF049.

Literatura:

### **Statistická fyzika kvantových mnohočásticových systémů I** 2/0 Zk — TMF031

Kvantová statistická mechanika, druhé kvantování a Fockův prostor, ideální a neideální kvantové plyny, dvoučásticové interakce. Poruchová teorie pro interagující systémy, Matsubarův formalismus, analytické vlastnosti poruchové řady a Greenovy funkce. Feynmanovy diagramy, Dysonova a Betheho-Salpeterova rovnice, Wardovy identity a jednoduché aproximace. Interagující elektrony v kovech, mikroskopické základy teorie Fermiho kapaliny.

Literatura: J. W. Negele, H. Orland, Quantum Many-Particle Physics, Addison-Wesley Publishing House, Redwood City, 1988

G. D. Mahan, Many-Particle Physics, Plenum Press, New York 1990 (2nd edition)

G. Rickayzen, Green's Functions and Condensed Matter, Academic Press, London 1984

### **Statistická fyzika kvantových mnohočásticových systémů II** — 2/0 Zk TMF032

Silně interagující částice, mřížové modely, elektron-elektronová a elektron-fononová interakce. Selfkonzistentní aproximace pro silně korelované elektrony: funkcionální integrál a metoda sedlového bodu, statické aproximace, teorie středního pole a limita velkých dimenzí. Kvantové dynamické jevy: Kondův jev a formování lokálních magnetických momentů, teorie magnetismu v tranzitivních kovech. Mikroskopická teorie supravodivosti. Exaktně řešitelné modely - Betheho ansatz pro korelované elektrony. Pokračování přednášky TMF031.

Literatura: J. W. Negele, H. Orland, Quantum Many-Particle Physics, Addison-Wesley Publishing House, Redwood City, 1988

G. D. Mahan, Many-Particle Physics, Plenum Press, New York 1990 (2nd edition)

G. Rickayzen, Green's Functions and Condensed Matter, Academic Press, London 1984

### **Klasická teorie záření** — 2/0 Zk TMF014

Teorie záření v rámci maxwellovské elektrodynamiky: záření v otevřeném prostoru, klasická teorie rozptylu a radiační reakce; záření v prostoru s rozhraním, vlnovody.

Literatura: L. Landau, E. Lifšic: Teoriija polja, GIFML, Moskva, 1960

Panovski-Phillips: Classical Electricity and Magnetism

Ramo-Whinnery: Fields and Waves in Modern Radio

Originální práce v Čs. čas. fyz. a Czech. J. Phys

### **Interpretace kvantové mechaniky** 2/1 Zk — TMF036

V přednášce se budeme zabývat základy kvantové mechaniky, zejména pak povahou kvantového měření. Seznámíme se s různými formulacemi kvantové mechaniky, jejich vzájemnými vztahy, výhodami a problémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Academia, Praha, 1983.  
J. von Neumann, Mathematical Foundations of Quantum mechanics, (překlad R. T. Beyer), Princeton University Press, Princeton, N.J., 1949.  
R. P. Feynman, A. R. Hibbs: Quantum Mechanics and Path Integrals, McGraw-Hill, New York, 1965.  
R. P. Feynman: The Strange Theory of Light and Matter, Princeton University Press, Princeton, N.J., 1985.

**Počítačové simulace ve fyzice mnoha částic** 2/0 Zk — TMF021

Základy metody Monte Carlo, metoda molekulární dynamiky, MC simulace mřížkových systémů, kvantové MC simulace, nerovnovážná molekulární dynamika.

Literatura: I.M. Sobol, Cislennyje metody Monte Carlo, Nauka, Moskva 1973.

**Pokročilé simulace ve fyzice mnoha částic** — 2/0 Zk TMF024

Pokročilé metody Monte Carlo a molekulární dynamika, jejich aplikace na nerovnovážné a kvantové systémy. Nehomogenní systémy, transportní koeficienty, kinetické MC, multispinové kódování pro celulární automaty, simulace z prvních principů.

Literatura: I.M. Sobol, Cislennyje metody Monte Carlo, Nauka, Moskva 1973.

**Nebeská mechanika I** 4/0 Zk — AST005

Pohyby v gravitačním poli; problém dvou těles, teorie poruch, gravitační pole kosmických těles. Reprezentace grup rotací, různá vyjádření poruchové funkce.

Literatura: P. Andrlé, Základy nebeské mechaniky, Academia, Praha, 1976  
M.F. Subbotin, Vvedeniye v nebesnuju mechaniku, Nauka, Moskva, 1968  
E.P. Aksjonov, Těorija dviženija iskustvenych sputnikov Zemlji, Nauka, Moskva, 1977  
W.M. Smart, Celestial Mechanics, Longmans, Green and Co., 1953 (nebo ruský překlad)  
D. Brouwer, and G. Clemence, Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, New York, 1961 (nebo ruský překlad)

**Nebeská mechanika II** — 4/0 Zk AST011

Omezený problém tří těles, poruchy v pohybu planet. Řešení hamiltonovsky formulovaných úloh s poruchovým potenciálem - von Zeipelova metoda. Elementy Hillovy-Brownovy teorie pohybu Měsíce. Lagrangeova-Laplaceova teorie pohybu planet.

Literatura: P. Andrlé, Nebeská mechanika - Analytické metody, Academia, Praha, 1987  
D. Brouwer, and G. Clemence, Methods of Celestial Mechanics, Academic Press, New York, 1961  
M.F. Subbotin, Vvedeniye v nebesnuju mechaniku, Nauka, Moskva, 1968  
W.M. Smart, Celestial Mechanics, Longmans, Green and Co., 1953 (nebo ruský překlad)  
V. Szebehely, Theory of Orbits, Academic Press, New York, 1967 (nebo ruský překlad)  
A.P. Markeev, Točki libracii v nebesnoj mechanike i kosmodinamike, Nauka, Moskva, 1978

**Elementární procesy v kosmické fyzice** — 2/1 Zk AST024

Nejdůležitější procesy v částicové astrofyzice, synchrotronové záření, Comptonův rozptyl. Pohyb a záření nabitých částic v kosmických podmínkách. Akreční proces.

Literatura: S.L. Shapiro, W.H. Press, and S.A. Teukolsky, Black Holes, White Dwarfs and Neutron Stars, Y.B. Zeldovič, and I.D. Novikov, Relativistic astrophysics, The Univ of Chicago Press, Chicago, 1971  
J. Frank, A.R. King, and D.J. Raine, Accretion power in astrophysics, CUP, Cambridge, 1985

**Relativistický seminář** 0/2 Z 0/2 Z TMF006

Speciální partie teorie relativity a relativistické fyziky. Referáty pracovníků a studentů UTF a hostů aktivně pracujících v dané oblasti.

Literatura: Články zadané vedoucími semináře.

**Seminář atomové fyziky** 0/2 Z 0/2 Z TMF045

Studium elementárních srážkových procesů v atmosférách planet a hvězd se zřetelem na rezonanční procesy.

Literatura: Články zadané vedoucími semináře.

**Seminář teoretické fyziky II** — 0/2 Z TMF012

Nabídka tématiky diplomových prací z teoretické fyziky.

Literatura: Články zadané vedoucími semináře.

## 5. Fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor fyzika kondenzovaných soustav a materiálů

**Kvantová teorie** 4/2 Z, Zk — FPL010

Formální schema KT. Teorie momentu hybnosti a spin. Metody přibližného řešení stacionární SR. Teorie rozptylu. Přibližné řešení nestacionární SR. Zlaté pravidlo. Semiklasická teorie emise a absorpce záření.

Literatura: J. Klíma, B. Velický: Kvantová mechanika I, II, skriptum UK  
A.S. Davydov: Kvantová mechanika, SPN 1978  
J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Academia 1983  
L. Landau, E.M. Lifšic: Kvantovaja mechanika, Moskva 1963

**Úvod do fyziky kondenzovaných soustav** — 6/0 Zk .....

Tato přehledná přednáška navazuje na úvodní kurz fyziky a zejména na předmět Fyzika IV. Má umožnit základní orientaci v současných představách fyziky kondenzovaného stavu, ve fyzikálních mechanismech určujících a ovlivňujících nejdůležitější vlastnosti materiálů. Principy základních experimentálních metod studia kondenzovaných soustav. Principiální experimenty a základní měřné metody fyziky kondenzovaných soustav. Vlastnosti krystalických, nekystalických anorganických i organických látek, s využitím fenomenologických, termodynamických, statistických a kvantově mechanických metod popisu.

Literatura: Ch.Kittel, Úvod do fyziky pevných látek, Academia, Praha 1985;  
B. Meissner, V. Zilvar, Fyzika polymerů, SNTL, Praha 1987;  
M. P. Marder, Condensed Matter Physics, Condensed Matter Physics, J. Wiley and Sons, New York 2000;  
N. E. Cusack, The Physics of Structurally Disordered Matter, Adam Hilger, Bristol 1988;  
N. W. Ashcroft, N. D. Mermin, Solid State Physics, Harcourt Colledge Publ., Forth Worth 1976;  
H. Ibach, H. Lüth, Solid State Physics, An Introduction to Principles of Materials Science, Springer, Berlin 1995.

**Experimentální cvičení** — 0/2 Z .....

Obsahová náplň předmětu bude v přímé návaznosti na přednášku Úvod do fyziky kondenzovaných soustav a bude probíhat ve formě demonstračních úloh v laboratořích pracovišť, podílejících se na zajišťování výuky oboru. Obsah předmětu bude společný pro celý obor. Demonstrace experimentálního studia principiálních fyzikálních jevů a příslušných experimentálních zařízení, probíraných v rámci přednášky Úvod do fyziky kondenzovaných soustav.

Literatura: Návody k jednotlivým úlohám (Interní materiály MFF)

### 1. rok studia

**Aplikovaná kvantová teorie** 3/2 Z, Zk — .....

Obsah předmětu, který navazuje na předmět Kvantová teorie I, je směřován na společné potřeby celého oboru. Symetrie a kvantová teorie. Problém mnoha částic v kvantové teorii. Úvod do kvantové chemie. Druhé kvantování. Rozlehlé systémy v KT. Interakce atomu s elektromagnetickým polem. Relativistická teorie elektronu.

Literatura: J. Klíma, B. Velický: Kvantová mechanika I, II, skriptum UK  
A.S. Davydov: Kvantová mechanika, SPN 1978  
J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Academia 1983  
L. Landau, E.M. Lifšic: Kvantová mechanika, Moskva 1963

#### **Experimentální cvičení z fyziky kondenzovaného stavu I** 0/2 Z — .....

Obsah předmětu má přímou návaznost na obsah přednášek stejného názvu v jednotlivých studijních blocích, přičemž pro každý semestr bude stanoven dostatečně široký seznam úloh společný pro celý obor, z něho si posluchači předepsaným způsobem volí stanovený počet. Cvičení bude probíhat ve vědeckých laboratořích fakulty. Reprezentativní soubor makroskopických a mikroskopických metod studia kondenzovaných soustav odpovídající současným trendům rozvoje oboru.

Literatura: Návody k jednotlivým úlohám (Interní materiály MFF)

#### **Experimentální cvičení z fyziky kondenzovaného stavu II** — 0/2 Z .....

Obsah předmětu má přímou návaznost na obsah přednášek stejného názvu v jednotlivých studijních blocích, přičemž pro každý semestr bude stanoven dostatečně široký seznam úloh společný pro celý obor, z něho si posluchači předepsaným způsobem volí stanovený počet. Cvičení bude probíhat ve vědeckých laboratořích fakulty. Reprezentativní soubor makroskopických a mikroskopických metod studia kondenzovaných soustav odpovídající současným trendům rozvoje oboru.

Literatura: Návody k jednotlivým úlohám (Interní materiály MFF)

#### **Oborový seminář** 0/2 Z 0/2 Z .....

Posluchači budou v zásadě navštěvovat seminář na pracovišti, na kterém zpracovávají diplomovou práci. Budou však mít možnost navštěvovat semináře na všech zúčastněných pracovištích, tématicky zaměřené na problematiku všech studijních bloků. Tato účast bude uznávána pro udělení zápočtu. Centrální informaci o programech všech seminářů (v elektronické formě) i evidenci účasti posluchačů bude zajišťovat garantující pracoviště.

Literatura: Aktuální časopisecké články

#### **Elektronové vlastnosti kondenzovaných látek** 4/2 Z,Zk — .....

Vodivostní elektrony v materiálech (klasický a kvantový popis), elektrony v periodickém potenciálu. Elektronová struktura kovů, polovodičů a izolátorů. Transportní a tepelné vlastnosti, optické a magnetické vlastnosti materiálů. Příklady reálných materiálů.

Literatura: D. Jiles, Electronic properties of materials, Charman & Hall, London 1993  
N.W. Ashcroft, N.D. Mermin, Solid state physics, Saunders Coll. Publishing 1988  
C. Kittel, Úvod do fyziky pevných látek, Academia, Praha 1985

#### **Strukturní analýza** 2/2 Z,Zk — .....

Kinematická teorie difrakce a její aplikace při studiu krystalových a nízkodimensionálních struktur. Srovnání difrakce rtg. záření, elektronů a neutronů. Teorie nízkohúhlového rozptylu a její aplikace při studiu struktury polymerů a multivrstevných systémů. Základy dynamické teorie difrakce.

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

#### **Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav I** 3/2 Zk — .....

Experimentální metody studia složení, atomové a elektronové struktury látek. Difrakce, spektroskopie, mikroskopie, rozptyl částic. Principy a charakteristiky metod, jejich možnosti a omezení. V praktické části – typické demonstrační úlohy k jednotlivým skupinám metod. Na přednáškách i cvičení se podílí několik vyučujících.

Literatura: Concise encyclopedia of materials characterization, Eds.: R. W. Cahn FRS, E. Lifshin, Pergamon Press, Oxford 1993.

**Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav II** — 3/2 Zk .....

Experimentální metody studia mechanických, elektrických, magnetických a optických vlastností. Principy a charakteristiky metod, jejich možnosti a omezení. V praktické části – typické demonstrační úlohy k jednotlivým skupinám metod.

Literatura: K.H.J. Buschow et al.: Encyclopedia of Materials: Science and Technology, Pergamon Press, Oxford 2001. (<http://www.elsevier.com/mrwclus/15/show/index.htm>)

**Kolektivní jevy v kondenzovaných látkách** — 4/2 Z,Zk .....

Jednotlivé skupiny kvazičástic a kolektivních excitací: fonony, plazmony, spinové vlny a magnetismus, excitony, polarony a supravodivost, Bose-Einsteinova kondenzace a supratekutost. Základy moderních metod studia soustav interagujících částic: teorie lineární odezvy, kinetické koeficienty, teorie fázových přechodů, popis relaxačních jevů.

Literatura: D. Pines: Elementary excitations in solids (W.A. Benjamin, New York, 1963).  
J. Cělý: Kvazičástice v pevných látkách (SNTL, Praha, 1977).  
S.V. Vonsovskij, M.I. Katsnelson: Kvantovaja fyzika tverdogo tela (Nauka, Moskva, 1983).

**Statistická termodynamika kondenzovaných soustav** 2/1 Z,Zk — .....

Přednáška specificky rozšiřuje metody termodynamiky a statistické fyziky s ohledem na studium kondenzovaných a makromolekulárních látek. Navazuje na přednášku - Termodynamika a statistická fyzika OFY031. Konstitutivní vztahy pro termoelastické těleso, kapalinu a reálné plyny. Fázové přechody, Landauova teorie. Kritické jevy. Onsagerova teorie, difúze. Termoelektrický a termomechanický jev. Nelineární odezva, prostorové a časové disipativní struktury. Reálné klasické a kvantové plyny. Isingův model. Škálování. Univerzalita a renormalizace. Perkolace. Relaxační dynamika. Teorie lineární odezvy. Teorie Brownova pohybu.

Literatura: P.M. Chaikin, T.C. Lubensky: Principles of condensed matter physics. Cambridge University Press 2000.

**Semestrální práce** 0/2 Z — .....

Samostatné a komplexní využití experimentálních metod při studiu zadaného problému (například analýza a specifikace vlastností daného vzorku, stanovení parametrů dané aparatury a pod). Povinností studenta je absolvovat dvě témata za semestr (nesouvisející s problematikou diplomové práce) a o výsledku předložit protokol.

Literatura: Podle zadání vedoucího práce

**Základy makromolekulární fyziky** — 3/0 Zk .....

V přednášce budou vyloženy základní pojmy pro fyzikální popis makromolekulárních systémů. Přednáška bude navazovat na přednášku – Úvod do fyziky kondenzovaných soustav. Popis izolované makromolekuly. Termodynamika polymerních roztoků a směsí. Skelný přechod. Kaučuková elasticita. Dynamika makromolekul ve zředěných a koncentrovaných roztocích a polymerních sítích. Polyelektrolytické systémy a sítě. Botnání polymerních sítí. Krystalické a kapalně-krystalické polymery.

Literatura: A. Havránek : Fyzika polymerů. Díl I. Izolovaná makromolekula a roztoky. Univerzita Karlova, Praha 1984  
B. Meissner, V. Zilvar : Fyzika polymerů. Struktura a vlastnosti polymerních materiálů. SNTL, Praha 1987  
L. H. Sperling : Introduction to Physical Polymer Science. Wiley, New York 1992

**Základy makromolekulární chemie** 2/1 Z,Zk — .....

Jde o základní kurz objasňující vznik makromolekulárních látek. Úvod do chemických reakcí nízkomolekulárních látek. Přehled reakcí organických skupin. Kinetika chemických reakcí (reakce 1. a 2. řádu, paralelní a konsektivní reakce). Způsoby tvorby makromolekul - stupňovité reakce (polykondenzace, polyadice), iniciované reakce (radikálové, iontové s účastí komplexu). Větvění a síťování v makromolekulárních systémech. Metody charakterizace makromolekul (gelová permeační chromatografie, koligativní metody, rozptyl světla, viskozimetrie).

Literatura: J. Honskus: Vybrané kapitoly z organické chemie. SPN, Praha 1981  
P. J. Flory: Principles of Polymer Chemistry, Cornell, Ithaca, New York 1953

### **Elektrické a optické vlastnosti polymerů** — 2/0 Z BCM038

Elektronová struktura polymerů, polymerní polovodiče, generace a přenos náboje, senzibilizace, záchytná a rekombinační centra, prostorový náboj, injekce z elektrod, vliv nadmolekulární struktury, jevy na rozhraních. Kapalně krystaly, absorpce světla, luminiscence, excitace, aplikace.

Literatura: K.C.Kao, W.Hwang: Electrical Transport in Solids (With Particular Reference to Organic Semiconductors). Pergamon Press, Oxford 1981 (ruský překlad Perenos elektronov v tverdyh telach. Mir, Moskva 1984),  
M. Pope, Ch. E. Swenberg: Electronic Processes in Organic crystals, Clarendon Press Oxford 1982 (ruský překlad Elektronnyje processy v organičeskich kristallach, Mir, Moskva 1985)  
E.A. Silinš: Elektronnyje sostajanija organičeskich molekularnyh kristallov, Zinatie, Riga 1978

### **Teorie kondenzovaných látek** 3/1 Z,Zk — .....

Krystalová struktura. Kvantový popis ideálního krystalu. Základní rysy elektronové struktury. Elektronové stavy v krystalech. Metody výpočtu elektronových struktur. Typické příklady pásových struktur. Fonony v kondenzovaném stavu. Elektronová struktura reálných pevných látek s defekty. Elektronové korelace. Optické, transportní a magnetické vlastnosti kondenzovaných látek.

Literatura: N. W. Ashcroft, N.D. Mermin: Solid State Physics  
Ch. Kittel: Introduction to Solid State Physics (5<sup>th</sup> Edition)

### **Struktura materiálů** 3/0 Zk — .....

Základní přednáška o struktuře materiálů navazuje na Úvod do fyziky kondenzovaných soustav. Typy vazeb v materiálech. Krystalová mřížka a její poruchy. Vliv poruch krystalové mřížky na vlastnosti materiálů. Metody určování struktury materiálů.

Literatura: Ch. Kittel: Úvod do fyziky pevných látek. Academia, Praha 1985  
P. Kratochvíl, P. Lukáč, B. Sprušil: Úvod do fyziky kovů I. SNTL/ALFA, Praha 1984.  
B. Smola: Transmisní elektronová mikroskopie ve fyzice pevných látek. Skriptum SPN, Praha 1983  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč: Základy strukturní analýzy. Karolinum. Praha 1992.  
Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies, Ed.: Baruchel et al., Vol. I ^Ö III, Springer-Verlag, Berlin 1993

### **Termodynamika materiálů** — 2/0 Zk .....

Základní přednáška navazující na předměty Fyzika IV, Úvod do fyziky pevných látek a základní kurs termodynamiky. Základní typy a struktury fází pevných látek. Fázová rovnováha. Fázové diagramy a jejich výpočet. Fázové transformace - jejich druhy a modely.

Literatura: B. Sprušil: Termodynamika pevných látek, UK Praha 1982, II. Vydání  
P. Haasen: Physical Metallurgy, Cambridge University Press, 2. Edition 1986  
M. Hillert: Phase Equilibria, Phase Diagrams and Phase Transformations, Cambridge University Press 1998

### **Fyzika materiálů I** 2/0 Zk — .....

Základní přednáška komplementární s přednáškou Struktura materiálů. Geometrické a krystalografické zákonitosti plastické deformace. Bodové poruchy a dislokace v pevných látkách. Tepelně aktivovaný pohyb dislokací. Procesy dislokačního zpevnění a odpevnění. Příměsová a precipitační zpevnění. Deformace kovových polykrystalů. Deformace iontových a polovodivých krystalů. Lom.

Literatura: P. Kratochvíl, P. Lukáč, B. Sprušil: Úvod do fyziky kovů. Díl I, SNTL/Alfa, Praha 1984  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč: Základy strukturní analýzy, UK Praha 1992

J. Čadek: Fyzika kovů, Část 2. Dislokace v krystalech, VŠB Ostrava 1980

**Technologie materiálů** — 2/0 Zk .....

Základní přednáška o klasických materiálových technologiích navazuje na přednášku Termodynamika materiálů. Tepelné a mechanické zpracování kovových materiálů. Úpravy povrchů. Materiály s jemnou strukturou. Keramické materiály, polymery, kompozity.

- Literatura: 1. P. Kratochvíl, P. Lukáč, B. Sprušil: Úvod do fyziky kovů. Díl I, SNTL/Alfa, Praha 1984  
2. V. Sedláček a kol.: Zotavení a rekrytalizace, Academia, Praha 1985  
3. K.K. Chawla: Composite Materials, Springer-Verlag, Berlin, 1987.  
4. High Tech Ceramics, Editor G. Kostorz, Academic Press, London 1989.  
5. T.R. Anantharaman, C. Surngarayana, Rapidly Solidified Metals, Trans. Tech. Pub., Aedermannsdorf 1987.  
6. Časopisecká literatura.

**Moderní experimentální metody fyziky materiálů** 3/0 Zk — .....

Přehled moderních experimentálních technik v soudobém materiálovém výzkumu.

Metody studia mikrostruktury, mechanických a fyzikálních vlastností materiálů: mikroskopické a difrakční metody, pozitronová anihilace, vnitřní tření, akustická emise, resistometrie, termická analýza, dilatometrie, tepelná vodivost, Mössbauerova spektroskopie, magnetické metody, mechanické zkoušky.

- Literatura: R. Truel, C. Elbaum, B. Chick: Ultrasonic methods in solid state physics  
S. Nowick, B. S. Berry: Anelastic relaxations in Crystalline solids  
Experimental methods in solid state physics – Serie  
Puškár: Vnútorné tlmenie materiálů VŠDS Žilina 1995  
J. Vepřek: Elektrická měření za nízkých a velmi nízkých teplot. SNTL Praha 1977  
F. Jandoš, R. Říman, A. Gemperle: Využití moderních laboratorních metod v metalografii, SNTL Praha 1985

**Fyzika materiálů II** — 2/0 Zk .....

Přednáška navazuje přímo na přednášku Fyzika materiálů I.

Tepelně aktivované procesy a difuze. Creep. Zotavování bodových poruch a dislokační substrukury. Polygonizace, dynamické zotavení, statická a dynamická rekrytalizace. Únava materiálů a lom. Radiační poškození a zpevnění po ozáření. Plastická deformace za velmi nízkých teplot.

- Literatura: J. Čadek: Creep kovových materiálů. Academia 1984  
M. Klesnil, P. Lukáč: Únava kovových materiálů při mechanickém namáhání. Academia Praha 1975  
J. Pokluda, F. Kroupa, L. Obdržálek: Mechanické vlastnosti a struktura pevných látek. VUT Brno,

**Fyzika a technika nízkých teplot** 2/0 Zk — .....

Základní vlastnosti kryokapalin, Jouleův-Thompsonův jev, princip zkapalňovače hélia, mechanické a elektrické vlastnosti materiálů při nízkých teplotách, lánžný kryostat 4He a 3He, průtokový kryostat, supravodivé magnety, směsi 3He-4He, rozpouštěcí refrigerator, adiabatická demagnetizace paramagnetických solí, jaderná demagnetizace, Pomerančukův jev, chladicí metody založené na transportních jevech v pevných látkách, nízkoteplotní termometrie, Kapicův odpor, nízkoteplotní relaxační procesy.

- Literatura: M. Rotter: Fyzikální základy a technika nízkoteplotního experimentu, skripta SPN, Praha 1982;  
R. S. Šafrata a kol.: Fyzika nízkých teplot, skripta MATFYZPRESS, Praha 1998;  
J. Jelínek, Z. Málek: Kryogenní technika, SNTL, Praha 1982;  
F. Pobell: Matter and Methods at Low Temperatures, Springer Verlag, Berlín 1992;  
O. V. Lounasmaa: Experimental Principles and Methods below 1K, Academic Press, London 1974;  
R. C. Richarson, E. N. Smith: Experimental Techniques in Condensed Matter Physics at Low Temperatures, Addison-Wesley, New York 1988;

G. K. White: Experimental Techniques in Low-Temperature Physics, Oxford Science Publ., Oxford, 3<sup>rd</sup> edition 1979

### **Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav I** 2/0

Principy základních experimentálních metod zaměřených na studium struktury, mechanických, dielektrických a magnetických vlastností kondenzovaných soustav a na elektrické transportní jevy. Základní metody získávání a měření nízkých teplot. Přednáška je vedena v návaznosti na předmět "Úvod do fyziky kondenzovaných soustav".

Literatura: Concise encyclopedia of materials characterization, Eds.: R. W. Cahn FRS, E. Lifshin, Pergamon Press, Oxford 1993.  
M. Rotter: Fyzikální základy a technika nízkoteplotního experimentu, skripta SPN, Praha 1982;

### **Experimentální metody fyziky kondenzovaných soustav II -- 2/0**

Principy "základních spektroskopických" metod studia krystalové a elektronové struktury kondenzovaných látek. Moessbauerova spektroskopie; metody rentgenovské, optické a IR spektroskopie; spektroskopie v radiofrekvenčním pásmu (EPR, NMR, NQR). Přednáška je vedena v návaznosti na předmět "Úvod do fyziky kondenzovaných soustav".

Literatura: B. Sedlák, R.N.Kuzmin: Jaderné rezonanční metody ve fyzice pevných látek, SPN 1978;  
V. Prosser a kol.: Experimentální metody biofyziky, Academia Praha 1989.

### **Makroskopické kvantové jevy I** 2/0 Zk — .....

Obecný úvod do supravodivosti a supratekutosti, fenomenologické teorie supravodivosti, BCS teorie supravodivosti, experimentální důkazy platnosti BCS teorie, Ginzburgova – Landauova teorie supravodivosti, supravodiče I. a II. druhu, kvantování magnetického toku a vlastnosti vírů, slabá supravodivost – Josephsonovy jevy, použití Josephsonových přechodů, skvidy, vysokoteplotní supravodivost.

Literatura: R.S. Šafrata a kol.: Fyzika nízkých teplot, MATFYZPRESS 1998,  
M. Tinkham Introduction to superconductivity, McGraw-Hill 1996

### **Makroskopické kvantové jevy II** — 2/0 Zk .....

Fázové diagramy a základní vlastnosti  $^4\text{He}$  a  $^3\text{He}$ : supratekutost  $^4\text{He}$  a  $^3\text{He}$ , základní experimentální poznatky a teoretická interpretace (Landauova teorie). Bose-Einsteinova kondenzace atomů: vodík, alkalické kovy, přehled provedených experimentů, princip laserového chlazení, BEC a supratekutost.

Literatura: R. S. Šafrata a kol Fyzika nízkých teplot, MATFYZPRESS 1998, ISBN 80-85863-19-7;  
R. M. Tinkham Introduction to superconductivity, McGraw-Hill 1996  
D. R. Tilley, J. Tilley Superfluidity and superconductivity, Adam Hilger Ltd.;  
R. J. Donnelly Quantized vortices in Helium II, Cambridge University Press, 1991.  
E. Dagotto, Ev. Mod. Phys. 66(1994)763

### **Hyperjemné interakce a jaderný magnetismus** — 2/0 Zk .....

Jaderné magnetické a kvadrupólové momenty, původ elektrického a magnetického pole na jádrech atomu v kondenzovaných látkách (KL), hyperjemné štěpení jaderných hladin a jeho využití ke studiu KL (jaderná magnetická rezonance, Moessbauerův jev).

Spontánní uspořádání jaderných momentů, Van Vleckovské systémy, jaderná adiabatická demagnetizace, 'záporné' teploty.

Literatura: B. Sedlák, R.N.Kuzmin: Jaderné rezonanční metody ve fyzice pevných látek, SPN 1978

### **Vybrané kapitoly z fyziky kondenzovaných látek** — 4/0 Zk .....

Pokročilé partie z fyziky kondenzovaných soustav zaměřené na mechanické vlastnosti, elektrické transportní jevy a magnetismus krystalických, amorfních a polymerních systémů, základní technologie přípravy, včetně technologií přípravy a diagnostiky tenkých vrstev a multivrstev.

Literatura: G. Grosso, G. P. Parravicini, Solid State Physics, Cambridge Univ. Press, Cambridge 2000;  
G. Grimvall, Thermophysical Properties of Materials, Elsevier, Amsterdam 1999;  
S. Roth: One-Dimensional Metals, VCH Publishers, Inc., Weinheim 1995;  
Kei Yosida, Theory of Magnetism, Springer, Berlin 1996.

**Fyzika povrchů** 2/1 Z,Zk — EVF035

Povrch pevné látky: ideální, reálný. Emise elektronů a iontů vyvolaná teplem a elektrickým polem. Jevy vyvolané adsorpcí záření a dopadem částic. Metody analýzy povrchů z hlediska složení, struktury a morfologie.

Literatura: Eckertová L.: Elektronika povrchů, SPN Praha 1983.

**Experimentální metody studia povrchů** — 3/0 Zk .....

Principy základních experimentálních metod studia povrchů.

Literatura: J. D. Andrade (ed.): Surface and Interfacial Aspects of Biomedical Polymers, Volume 1: Surface Chemistry and Physics, Plenum Press, N.Y. 1983

**Fyzika přípravy tenkých vrstev** 2/0 Zk — .....

Přednáška uvádí studenta do problematiky tenkých vrstev a způsobů jejich přípravy.

Pojem tenká vrstva, Fyzikální procesy nanášení tenkých vrstev (PVD): fyzikální a chemické procesy napařování vrstev ve vakuu, čistota vrstev a stejnoměrnost tloušťky, napařovací aparatury. Stejnoseměrný doutnavý výboj, vysokofrekvenční a mikrovlnný výboj, nízkoteplotní plazma, stejnoseměrné a vysokofrekvenční napařování, magnetron, reaktivní napařování, speciální systémy. Základy chemického nanášení z plynné fáze (CVD), využití nízkoteplotního plazmatu (PECVD), plazmová polymerace. Počáteční stadia růstu tenké vrstvy, nukleace, růst, krystalické a amorfni vrstvy. Tloušťka tenké vrstvy, charakterizace :morfologie, struktura, chemické složení. Mechanické vlastnosti, adheze, pnutí, tvrdost, oděruvzdornost. Základní elektrické, optické a mechanické vlastnosti.

Literatura: H. Biederman, Y. Osada: Plasma Polymerization Processes. Elsevier, Amsterdam 1992.  
M. Ohring: The Materials Science of Thin Films, Academic Press, Inc.,Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Boston, San Diego, New York, London, Sydney, Tokyo,Toronto,1992

## 2. rok studia

**Vybrané problémy fyziky reálných povrchů** 3/0, Zk —

Přednáška seznamuje studenty s aktuální problematikou a nejnovějšími aplikacemi reálných povrchů. Navazuje na přednášky: Fyzika povrchů a Experimentální metody studia povrchů. Speciální problémy a moderní aplikace modifikace povrchu pevných látek nízkoteplotním plazmatem, speciální aplikace XPS a AES, zkoumání povrchů a tenkých vrstev metodami analýz vysokoenergetickými iontovými svazky (IBA), RBS,ERDA a NRA. Speciální aplikace infračervené spektroskopie (FTIR) a NMR zvláště pro povrchy makromolekulárních látek.

Literatura: J.L.Koenig: Spectroscopy of Polymers, 2<sup>nd</sup> Edition, Elsevier, N.Y. 1999  
M. Ohring: The Materials Science of Thin Films, Academic Press, Inc.,Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Boston, San Diego, New York, London, Sydney, Tokyo,Toronto,1992

**Oborový seminář** 0/2 Z 0/2 Z .....

Posluchači budou v zásadě navštěvovat seminář na pracovišti, na kterém zpracovávají diplomovou práci. Budou však mít možnost navštěvovat semináře na všech zúčastněných pracovištích, tématicky zaměřené na problematiku všech studijních bloků. Tato účast bude uznávána pro udělení zápočtu. Centrální informaci o programech všech seminářů (v elektronické formě) i evidenci účasti posluchačů bude zajišťovat garantující pracoviště.

Literatura: Aktuální časopisecké články

**Moderní směry ve fyzice makromolekul** 3/0 Zk — .....

Přednáška navazuje na přednášku - Základy makromolekulární fyziky. Bude zaměřena na řadu nově vznikajících metod a odvětví oboru. Supramolekulární a kapalně-krystalické polymerní systémy. Nové inteligentní materiály na bázi polyelektrolytických sítí. Organické polovodiče a polymery pro optické aplikace. Nové spektroskopické a difrakční metody studia struktury a vlastnosti makromolekul.

Literatura: Kolektiv: Základy fyziky polymerů II. Edice MACRO, sv. M-17. ÚMCH ČSAV Praha 1988  
K. Dušek, Ed.: Responsive Gels: Volume Transitions I and II, Adv, Polym. Sci., 109 and 110 (1993)  
P. G. de Gennes: Scaling Concept in Polymer Physics, Cornell Univ. Press, Ithaca 1979

### **Fyzika materiálů III** 2/0 Zk — .....

Přednáška navazující na Fyziku materiálů I, II. Materiály připravené rychlým chlazením a mechanickým legováním, amorfni materiály, kovová skla, mikrokystalické a nanokystalické materiály, intermetalika a superslitiny, keramiky, slitiny s tvarovou pamětí. Prášková metalurgie. Mechanické a fyzikální vlastnosti moderních materiálů.

Literatura: P. Lukáč: Superplasticita a její praktické užití. Pokroky matematiky, fyziky a astronomie (PMFA) 36, 1991, 91  
P. Lukáč: Nanokrystaly. PMFA 38, 1993, 14  
T.R. Anantharaman, C. Suryanarayana: Rapidly Solidified Metals. Trans.Tech. Publications, Aedermannsdorf, 1987  
New Materials by Mechanical Alloying Techniques. (Eds. E. Arzt, L. Schultz) Oberursel, DGM Informationsgesellschaft  
High-tech Ceramics. (Ed. G. Kostorz). Academic Press. London, 1989  
L. Tábořský, P.Šebo: Konštrukční materiály spevněné vlákny. Alfa Bratislava / SNTL Praha, 1982

### **Elektronový transport v kvantových systémech** 3/0 Zk — .....

Úvod do problematiky elektronového transportu v mezoskopických systémech. Konduktance a transmisní koeficienty. Lokalizace, univerzální fluktuace a jev Aharonova-Bohma. Kvantové Hallovy jevy. Elektronové dvojvrstvy. Koherentní tunelování elektronů, rezonance a Coulombická blokáda. Supravodivost a Josephsonovy jevy.

Literatura: J.H. Davies: The Physics of Low-Dimensional Semiconductors (Cambridge University Press 1998)  
S. Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge University Press 1995)  
J. Voves, J. Kodeš: Elektronické součástky nové generace (GRADA Publishing 1995)  
A. Abrikosov: Fundamentals of the Theory of Metals, Part II. Superconducting Metals (Elsevier Science Publishers 1988)  
P. Středa a Z. Janů: Supravodivost a fyzika nízkých teplot (skripta - ČVUT 1987)

## **Předměty výběrově povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor fyzika kondenzovaných soustav a materiálů**

### **1. rok studia**

#### **Základy krystalografie** 2/0 Zk — FPL107

Krystaly a krystalové struktury. Popis symetrie uspořádaných struktur. Bodové a prostorové grupy symetrie. Reprezentace krystalografických grup v Mezinárodních krystalografických tabulkách. Symetrie fyzikálních vlastností a jejich tenzorový popis.

Literatura: V. Valvoda: Základy krystalografie, SPN Praha 1982.  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturní analýzy, Karolinum. Praha 1992.  
I. Kraus: Úvod do strukturní rentgenografie, Academia, Praha 1985  
C. Giacovazzo, H.L. Monaco et al.: Fundamentals of Crystallography, IUCr, Oxford University Press, 1992  
C. Hammond: The Basis of Crystallography and Diffraction, IUCr, Oxford University Press, 1997  
L. V. Azaroff: Elements of X-ray Crystallography, McGraw-Hill Book Company, 1968

#### **Elektronová mikroskopie** 2/0 Zk — FPL115

Kinematická a dynamická teorie difrakce rychlých elektronů , dynamická teorie vzniku kontrastu na poruchách v krystal. Základy vysokorozlišovací transmisní elektronové mikroskopie (HREM) a difrakce elektronů ve sbíhavém svazku (CBED).

Literatura: B.Smola: Transmisní elektronová mikroskopie ve fyzice pevných látek, skriptum SPN, Praha 1983  
L.Reimer: Transmission electron microscopy, Springer-Verlag, Berlin etc. 1984  
High-resolution transmission electron microscopy and associated techniques, editors P. Buseck,  
J.Cowley, L.Eyring, Oxford Univ. Press, Oxford 1988  
M.Tanaka, M.Terauchi: Convergent-beam electron diffraction I, JEOL Ltd., 1985

**Elektronová teorie kondenzovaných látek** — 3/1 Z,Zk FPL085

Atomová struktura a chemická vazba. Základní vlastnosti elektronové struktury krystalů. Pásová struktura materiálů a metody jejího výpočtu. Příměsi, poruchy, slitiny. Elektron-elektronová a elektron-fononová interakce. Elektronový transport. Optické přechody.

Literatura: Ch. Kittel: Úvod do fyziky pevných látek. Academia, Praha 1985.

**Fyzika magnetických látek** — 2/0 Zk FPL122

Nositelé magnetického momentu. Magnetická susceptibilita. Diamagnetismus. Paramagnetismus. Látky se spontánním magnetickým uspořádáním. Doménová struktura a magnetizační procesy. Magnetické rezonanční jevy.

Literatura: 1. D.Jilles: Introduction to Magnetism and Magnetic Materials, Chapman and Hall, London, 1994  
2. B. Barbara, D. Gignoux, C. Vettier, Lectures on Modern Magnetism, Springer-Verlag 1988  
3. M. Hurd, Varieties of magnetic order in solids, Contemp.Phys. 23 (1983) 469  
4. S. Krupička, Fyzika feritů a příbuzných magnetických kysličníků, Academia, Praha 1969

**Fyzika dielektrik** — 2/0 Zk FPL014

Polarizace. Statická permitivita. Termodynamika dielektrik. Teorie lineární odezvy systému. Komplexní permitivita. Kramersovy-Kronigovy relace. Fluktučně disipativní teorém. Polarizační mechanismy. Debyeův relaxátor. Feroelektrika a antiferoelektrika. Feroelektrické fázové přechody.

Literatura: Ch. Kittel: Úvod do fyziky pevných látek. Academia, Praha 1985.  
D. N. Zubarev: Nerovnovesnaja statisticeskaja termodynamika, Nauka Moskva 1971.  
L.D. Landau, E.M.Lifsic: Teoreticeskaja fizika, Dil VIII: Elektrodynamika splosnych sred  
B.A. Strukov and A.P.Levanyuk: Ferroelectric Phenomena in Crystals: Physical Foundations, Springer 1998.

**Supravodivost** — 2/0 Zk .....

Silně korelované elektronové systémy, mechanismy supravodivosti, typy párování, experimentální evidence.

Literatura: 1. D.R. Tilley, J. Tilley, Superfluidity and superconductivity, Hilger, Bristol 1990  
2. H. B. Radousky: Magnetism in heavy fermion systems, World Scientific, London 2000

**Elektronový transport v kvantových systémech** — 2/1 Z,Zk BCM096

Úvod do problematiky elektronového transportu v mezoskopických systémech. Konduktance a transmisní koeficienty. Lokalizace, univerzální fluktuace a jev Aharonova-Bohma. Kvantové Hallovy jevy. Elektronové dvojvrstvy. Koherentní tunelování elektronů, rezonance a Coulombická blokáda. Supravodivost a Josephsonovy jevy.

Literatura: J.H. Davies: The Physics of Low-Dimensional Semiconductors (Cambridge University Press 1998)  
S. Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge University Press 1995)  
J. Voves, J. Kodeš: Elektronické součástky nové generace (GRADA Publishing 1995)  
Abrikosov: Fundamentals of the Theory of Metals, Part II. Superconducting Metals (Elsevier Science Publishers 1988)  
P. Středa a Z. Janů: Supravodivost a fyzika nízkých teplot (skripta - ČVUT 1987)

**Využití rozptylu neutronů v materiálovém výzkumu** — 2/0 Zk FPL073

Hlavní experimentální metody založené na rozptylu neutronu, které se využívají ve fyzice kondenzovaných látek a v materiálovém výzkumu. Aplikace jednotlivých metod budou demonstrovány na konkrétních případech experimentu provedených v soudobých neutronových laboratorích (ILL Grenoble a další).

- Literatura: 1. Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies, Ed.: Baruchel et al., Vol. I – III, Springer-Verlag, Berlin 1993  
2. <http://www.ill.fr>

#### **Difrakční metody** — 2/0 Zk FPL030

Zdroje rtg záření, monochromatizace, detekce. Základní monokrystalové metody Filmové práškové metody. Různé difrakční geometrie. Zpracování práškového difraktogramu. Identifikace neznámé fáze. Kvalitativní a kvantitativní fázová analýza. Přesné měření mřížových parametrů. Rietveldova metoda. Základní metody měření zbytkových napětí a textur. Studium profilů difrakčních linií. Základní metody řešení krystalových struktur. Studium struktury amorfních materiálů.

- Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturní analýzy. Karolinum. Praha. 1992.  
I. Kraus : Úvod do strukturní rentgenografie. Academia. Praha 1985.  
I. Kraus., V.V. Trofimov : Rentgenová tenzometrie. Academia. Praha 1988. Quantitative Texture Analysis. ed. H.J. Bunge, C. Esling. DGM. Oberursel. 1982.  
Experimentální techniky v rentgenové a neutronové strukturní analýze. Krystalografická společnost. Praha 1994. ed. R. Kužel.  
Difrakcia na polykryštalických látkach. R & D. Print. Bratislava. 1994. red. L. Smrčok.

#### **Pravděpodobnostní metody fyziky makromolekul** — 2/0 Zk .....

Přednáška rozšiřuje a prohlubuje teoretické metody studia makromolekulárních systémů. Společným rysem je uplatnění pokročilých metod statistické fyziky a metod pravděpodobnostního modelování a to jak postupů analytických, tak metody počítačové simulace. Popis řetězců. Univerzalita, škálování. Konformační statistika. Dráhové integrály v teorii polymerů, výpočet stavové sumy. Statistika reálných řetězců. Brownův pohyb, Langevinova a Smoluchovského rovnice. Dynamika flexibilních řetězců ve zředěných roztocích, Rouseho a Zimmův model, hydrodynamická interakce. Metody Monte Carlo ve fyzice polymerů. Perkolace, algoritmus typu Metropolis, dynamická metoda Monte Carlo.

- Literatura: A.J. Grosberg, A. R. Chochlov: Statističeskaja fizika makromolekul, Nauka, Moskva 1989

#### **Rentgenová strukturní analýza biomolekul** 2/0 Zk — .....

Základy strukturní krystalografie a fyzikální základy difrakční analýzy krystalických, částečně uspořádaných a amorfních látek s důrazem na vztah struktury a vlastností a se zaměřením na aplikace metod strukturní analýzy v biofyzice, makromolekulární fyzice, chemické fyzice a krystalochemii.

- Literatura: J. Chojnacki : Základy chemické a fyzikální krystalografie, Academia Praha 1979.  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč: Základy strukturní analýzy, Karolinum, Praha, 1992.  
I. Kraus : Úvod do strukturní rentgenografie, Academia, 1985.

#### **Vybrané partie z infračervené spektroskopie** — 2/0 Zk .....

Přednáška uvádí základy vibrační spektroskopie a navazuje na přednášku - Experimentální metody fyziky kondenzovaného stavu I a II. Základy vibrační spektroskopie. Princip FTIR spektrometru. Experimentální techniky FTIR spektroskopie (tenké vrstvy, povrchy, polymery, gely, viskózní materiály, pryže, jíl a prášky). Princip a užití reflexních technik (ATR, SR, a DRIFTS). Základní metody zpracování FTIR spekter

- Literatura: M. Trchová: Metodická příručka pro uživatele FTIR spektrometru, Spektroskopická společnost Jana Marka Marci, Praha 2000  
M. Horák, D. Papoušek: Infračervená spektra a struktura molekul, Academia, Praha 1976  
B. Schrader (ed.): Infrared and Raman Spectroscopy – Methods and Applications, VCH 1995

#### **Praktické užití elektronové mikroskopie** — 0/2 Z FPL074

Absolvování semináře je podmínkou pro užívání elektronového mikroskopu Jeol 2000 FX v rámci diplomové práce. Příprava folií, manipulace s mikroskopem, pozorování struktur, použití obrazové analýzy při zpracování snímků. Výuka bude přizpůsobena konkrétnímu využití mikroskopie v dané diplomové práci.

Literatura: B. Smola: Transmisní elektronová mikroskopie ve fyzice pevných látek, skripta MFF UK, SPN Praha 1983  
F. Jandoš, R. Říman, A. Gemperle: Využití moderních laboratorních metod v metalografii, SNTL 1985, Praha

#### **Kinetika fázových transformací** — 2/0 Zk FPL055

Kinetika chemických reakcí, rovnovážná konstanta jako funkce teploty a složení. Reakční rychlost, kinetické rovnice různých řádů, reakce vratné, následné a točné. Zotavování bodových poruch: Izochromní a izotermické žíhání kinetické rovnice, určování aktivační energie. Transformace v kovech a slitinách, jejich klasifikace. Abnormální teorie kinetiky izotermické transformace, Avramiho rovnice. Neizotermické transformace. Systém Fe-C, austenit, fermit, perlit, bainit, martenzit, cementit. Rozpad austenitu při plynulém chlazení, závislost na rychlosti chlazení a složení. Diagramy CCT (či ARA). Izotermický rozpad austenitu, diagramy IT (či IRA).

Literatura: Kratochvíl P., Lukáč P., Sprušil B., Úvod do fyziky kovů I, SNTL/ALFA, Praha 1984,  
Christian J.W., The Theory of Transformations in Metals and Alloys, Pergamon Press, Oxford 1965  
Moore W.J., Fyzikální chemie, SNTL, Praha 1981  
Damask A.C., Dienes G.J., Point Defects in Metals, Gordon and Brech, New York 1971  
Zhao J.CH., Notis H.R., Materials Science and Engineering R15 (1995), 135

#### **Mechanické vlastnosti nekovových materiálů** — 2/0 Zk .....

Úvod do studia mechanických vlastností pevných nekovových látek.

Literatura: B. Vollmert : Základy makromolekulární chemie. Academia, Praha 1970  
P. J. Flory: Principles of Polymer Chemistry, Cornell, Ithaca, New York 1953

#### **Supravodivost** — 2/0 Zk .....

Silně korelované elektronové systémy, mechanismy supravodivosti, typy párování, experimentální evidence.

Literatura: 1. D.R. Tilley, J. Tilley, Superfluidity and superconductivity, Hilger, Bristol 1990  
2. H. B. Radousky: Magnetism in heavy fermion systems, World Scientific, London 2000

#### **Aplikovaná strukturní analýza** 2/0 Zk — FPL040

Seznamuje posluchače především s využitím krystalografie a rentgenové strukturní analýzy v různých oblastech materiálového výzkumu a při vývoji nových technologií. Zvláštní pozornost je věnována studiu velmi tvrdých a chemicky stabilních objemových materiálů, mechanicky odolných multivrstev, magnetooptických multivrstev používaných v záznamových médiích s vysokou hustotou záznamu, studiu ultratenkých vrstev a supravodičů. Přednáška je určena pro posluchače 4. a 5. ročníku studijních směrů fyzika pevných látek, fyzikální elektronika a optika, mikroelektronika.

Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč: Základy strukturní analýzy, Karolinum, Praha 1992.  
Experimentální techniky v rentgenové a neutronové strukturní analýze. Krystalografická společnost. Praha 1994. ed. R. Kužel.  
Defect and Microstructure Analysis by Diffraction. Eds. R. L. Snyder, J. Fiala, H.-J. Bunge. Oxford University Press, Oxford 1999.

#### **Jaderné metody studia kondenzovaných soustav** — 2/0 Zk FPL097

Jaderná orientace a jaderná magnetická rezonance orientovaných jader. Porušené úhlové korelace. Miónová spinová precese. Jaderná magnetická rezonance v magneticky uspořádaných látkách. Pozitronová anihilační spektroskopie. Rutherfordův zpětný rozptyl. Moesbauerova spektroskopie

Literatura: B. Sedlák, R. N. Kuzmin, Jaderné rezonanční metody ve fyzice pevných látek, Státní nakladatelství pedagog. literatury, Praha 1978;

N. N. Deljagin a kol.: Svjěrchtonkije vzajmodějstvija i jadernije izlučeniija, Vydavatelství Moskevské státní univerzity 1985;  
H.-J. Hunger: Werkstoff-analytische Verfahren, Deutscher Verlag für grundstoffindustrie, Leipzig – Stuttgart 1995.

**Vybrané kapitoly z teorie a metodiky NMR** 2/0 Zk — FPL093

Spektroskopie NMR a NQR v pevných látkách. Užití NMR ke studiu defektů, krystalové, elektronové a magnetické struktury pevných látek. Přednáška je vedena na pokročilé úrovni v návaznosti na úvodní přednášku „Experimentální metody fyziky kondenzované fáze II“

Literatura: R. T. Schumacher: Introd. to Magnetic Resonance, Principles and Applications, W. A. Benjamin, Inc., New York, 1970;  
J. Winter: Magnetic Resonance in Metals, Claredon Press, Oxford, 1971.

**Rentgenové difrakční studium reálné struktury tenkých vrstev** — 2/0 Zk .....

Strukturální charakteristika tenkých vrstev, krystalinita, fázové složení, napětí, textura, nanokompozity, tloušťka vrstev, multivrstvy, drsnost rozhraní.

Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturální analýzy, Karolinum. Praha 1992.  
Thin Film Structures and Phase Stability. eds. B. M. Clemens, W. L. Johnson. Materials Research Symposium Proceedings, Vol. 187. Materials Research Society, Pittsburgh 1990.  
Physics, Fabrication, and Application of Multilayered Structures. NATO ASI Series B, Vol. 182. Eds. P. Delhez, C. Weisbuch, Plenum Press, New York 1988.

**Procesy plazmové polymerace** 2/0 Zk — .....

Přednáška uvádí studenta do problematiky vytváření speciálních vrstev makromolekulárních látek a jejich aplikací. Základní pojmy a jevy fyziky plazmatu a plazmochemie, základní depoziční systémy a parametry, kinetické modely plazmové polymerace, charakterizace vrstev plazmových polymerů, struktura, morfologie, mechanické, elektrické a optické vlastnosti, aplikace v lékařství a biologii, v mikroelektronice, pasivační a ochranné vrstvy, tvrdé a kompozitní vrstvy.

Literatura: H. Biederman, Y. Osada: Plasma Polymerisation Processes. Elsevier, Amsterdam 1992

**Modifikace povrchů a její aplikace** — 2/0 Zk .....

Obsahem přednášky jsou způsoby změn vlastností povrchů pro zvýšení aplikačního potenciálu konvenčních látek. Navazuje na přednášku Fyzika povrchů a Fyzika přípravy tenkých vrstev. Základní pojmy a vlastnosti povrchů pevných látek zejména makromolekulárních. Přehled metod zkoumání, modifikace povrchu klasické i netradiční zejména pomocí nízkoteplotního plazmatu inertního i aktivního plynu. Modifikace nanosením tenké vrstvy. Aplikace v lékařství a biologii, v mikroelektronice aj.

Literatura: B. W. Cherry: Polymer surfaces. University Press, Cambridge 1981  
H. Yasuda: Plasma Polymerization. Academic Press, Orlando, 1985

**Mikroskopie povrchů a tenkých vrstev** — 2/0 Zk .....

Přednáška seznamuje studenta s nejmodernějšími mikroskopickými metodami zkoumání povrchu. Fyzikální principy mikroskopie v blízkém poli: rastrovací tunelová mikroskopie (STM), mikroskopie atomárních sil (AFM), optické rastrovací mikroskopie v blízkém poli (SNOM). Další příbuzné a odvozené techniky (spektroskopie, mikroskopie balisticky emitovaných elektronů, šumová mikroskopie,...). Rozlišovací schopnost, módy měření, otázky konstrukce rastrovacích mikroskopů v blízkém poli, použití ve fyzice povrchů a tenkých vrstev, srovnání s dalšími technikami (transmisní elektronová mikroskopie (TEM), rastrovací elektronová mikroskopie (SEM), autoemisní mikroskop (FEM), iontový projektor (FIM) a mikroskopie pomalými elektrony (LEEM).

Literatura: R. Wiesendanger, and H.-J. Güntherodt: Scanning Tunneling Microscopy II Springer Series in Surf. Sci 28, Springer Verlag, Berlin 1995  
Ch. Bai: : Scanning Tunneling Microscopy and its Application, Springer Series in Surf. Sci 32 Springer Verlag, Berlin 1992

### **Vakuová technika** — 2/0 Zk EVF...

Úvodní informace o vakuové technice a jejím využití ve fyzikálních experimentu a vybraných průmyslových technologiích. Fyzikální základy vakuové techniky. Vakuové vývěvy a vakuometry. Vakuové a ultravakuové aparatury. Metody hledání netěsností. Přednáška je vhodná pro studium všech zaměřených experimentální fyziky.

- Literatura: Pátý L.: Fyzika nízkých tlaků, Academia Praha 1968.  
Groszkowski J.: Technika vysokého vakua, SNTL Praha 1981.  
Lafferty J. M.: Foundations of vacuum science and technology, John Wiley & Sons, New York 1998.

### **Základy makromolekulární chemie** 2/1 Z,Zk — .....

Jde o základní kurz objasňující vznik makromolekulárních látek. Úvod do chemických reakcí nízkomolekulárních látek. Přehled reakcí organických skupin. Kinetika chemických reakcí (reakce 1. a 2. řádu, paralelní a konsektivní reakce). Způsoby tvorby makromolekul - stupňovité reakce (polykondenzace, polyadice), iniciované reakce (radikálové, iontové s účastí komplexu). Větvení a síťování v makromolekulárních systémech. Metody charakterizace makromolekul (gelová permeační chromatografie, koligativní metody, rozptyl světla, viskozimetrie).

- Literatura: B. Vollmert : Základy makromolekulární chemie. Academia, Praha 1970  
P. J. Flory: Principles of Polymer Chemistry, Cornell, Ithaca, New York 1953

## **2. rok studia**

### **Magnetismus a elektronová struktura kondenzovaných látek** 2/0 Zk — FPL082

Elektronová korelace v látkách s různou elektronovou strukturou. Formování magnetických momentů v 3d kovech, lanthanoidech, aktinoidech. Typy magnetického uspořádání. Zředěné slitiny. Experimentální studium elektronových vlastností.

- Literatura: 1. S. Foner - Magnetism - Selected Topics, Gordon and Breach 1976  
2. K. Yosida, Theory of Magnetism, Springer, 1991.  
3. D.C. Mattis, The Theory of Magnetism I, Springer, 1981

### **Interakce v magnetických látkách** 2/2 Z,Zk — .....

Formování magnetického momentu, vliv interakce "magnetických" elektronů s krystalovým polem a hybridizace jejich stavů se stavy ligandů, výměnné interakce, korelace, magnetické uspořádání. Principiální experimenty.

- Literatura: 1. K. Yosida, Theory of Magnetism, Springer, 1991.  
2. B. Barbara, D. Gignoux, C. Vettier, Lectures on Modern Magnetism, Science Press, Springer-Verlag 1988  
3. H. B. Radousky: Magnetism in heavy fermion systems, World Scientific, London 2000  
4. S. Krupička, Fyzika feritů a příbuzných magnetických kysličníků, Academia, Praha 1969

### **Fyzika korelovaných elektronů** 2/0 Zk — FPL072

Vymezení pojmu "systém s korelovanými elektrony". Elektronová struktura a metoda těsné vazby. Modelové hamiltoniány. Teorie funkcinálu hustoty. Krystalové pole. Magnetoelastická vazba. Diskuse experimentálních metod studia energií a vlnových funkcí.

- Literatura: 1. D. Jiles, Electronic properties of materials, Charman & Hall, London 1993  
2. Y. Kuramoto, Y. Kitaoka, Dynamics of heavy electrons, Clarendon Press, Oxford 2000  
3. Aktuální časopisecká literatura

### **Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I** 2/0 Zk — OOE002

Elektrony, díry, pásová struktura. Homogenní polovodič. Drift, difuze, generace, rekombinace, zachycení a tunelování nosičů. Polovodičové struktury. Nízkodimenzionální struktury.

- Literatura: 1. D. Jiles, Electronic properties of materials, Charman & Hall, London 1993  
2. Y. Kuramoto, Y. Kitaoka, Dynamics of heavy electrons, Clarendon Press, Oxford 2000  
3. Aktuální časopisecká literatura

**Nerovnovážná statistická fyzika a termodynamika** 3/0 Zk — FPL004

Boltzmannova rovnice. Pauliho rovnice, rychlostní rovnice, Stern-Volmerova kinetika, Langevinova rovnice a Brownův pohyb. Fokker-Planckova rovnice. Onsagerovy vztahy. Kubova teorie lineární odezvy. Konvoluční a nekonvoluční řídicí rovnice; stochastická Liouvilleova rovnice. Řídicí rovnice pro dva interagující podsystémy. Moriho a Tokuyama-Moriho metoda.

Literatura: R.Kubo, M.Toda, N.Hashitsume: Statistical Physics II: Nonequilibrium Statistical Mechanics. Springer, 1985 (některé partie přednásky)

**Neutronové a synchrotronové záření v magnetických látkách** 2/2 Z,Zk — .....

Experimentální metody založené na rozptylu neutronů a interakci synchrotronového záření s magnetickou látkou. Aplikace metod budou demonstrovány na experimentech provedených ve špičkových neutronových a synchrotronových laboratořích (např. ILL a ESRF Grenoble).

Literatura: 1. E. Balcar, S.W. Lovesey: Theory of magnetic neutron and phonon scattering, Clarendon Press Oxford 1989  
2. Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies, Ed.: Baruchel et al., Vol. I – III, Springer-Verlag, Berlin 1993  
3. <http://www.ill.fr>  
4. <http://www.esrf.fr>

**Aplikovaná strukturní analýza** 2/0 Zk — FPL040

Seznamuje posluchače především s využitím krystalografie a rentgenové strukturní analýzy v různých oblastech materiálového výzkumu a při vývoji nových technologií. Zvláštní pozornost je věnována studiu velmi tvrdých a chemicky stabilních objemových materiálů, mechanicky odolných multivrstev, magnetooptických multivrstev používaných v záznamových médiích s vysokou hustotou záznamu, studiu ultratenkých vrstev a supravodičů. Přednáška je určena pro posluchače 4. a 5. ročníku studijních směrů fyzika pevných látek, fyzikální elektronika a optika, mikroelektronika.

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

**Studium reálné struktury pevných látek** 2/0 Zk — FPL...

Studium reálné struktury látek pomocí rtg difrakce, transmisní a řádkovací elektronové mikroskopie. Klasifikace napětí. Určení zbytkových napětí. Textury. Studium velikostí, tvaru a rozdělení velikostí krystalitů. Hranice zrn - malouhlové, velkouhlové, dvojčatové. Lomové plochy. Stanovení vzájemné orientace zrn. Poruchy krystalové mřížky: dislokace, vrstevné chyby; antifázové hranice. Bodové poruchy a precipitáty.

Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturní analýzy, Karolinum. Praha 1992.  
Defect and Microstructure Analysis by Diffraction. Eds. R. L. Snyder, J. Fiala, H.-J. Bunge. Oxford University Press, Oxford 1999.

**Difrakce rentgenového záření dokonalými krystaly** 2/0 Zk — FPL038

Elektromagnetický základ dynamické teorie difrakce rtg záření, vlnové pole v ohraničeném krystalu, absorpce, tok energie, šíření polí v reálném krystalu jev anomální absorpce, rtg topografie a interferometrie, vícekrystalová uspořádání.

Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturní analýzy. Karolinum. Praha 1992  
Z.G. Pinsker : Dynamical Scattering of X-rays in Crystals. Springer Verlag. 1978

**Metody řešení a upřesňování krystalových struktur monokrystalů** — 1/1 Zk FPL039

Základní krystalografické pojmy. Přehled základních experimentálních metod. Metoda těžkého atomu (Pattersonova funkce, Harkerovy řezy, Fourierovy syntézy). Statistika reflexí. Přímé metody řešení fázového problému. Upřesňování krystalové struktury. Modulované a kompozitní struktury.

Literatura: V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturní analýzy. Karolinum. Praha 1992  
J.Loub : Krystalová symetrie a rentgenová difrakce, Skripta

**Fyzika ve vysokých tlacích** 2/0 Zk — FPL...

Mikroskopické aspekty působení vnějšího tlaku na kondenzované látky, změny interakcí a elektronové struktury, principiální experimenty.

- Literatura: 1. M. Eremets : High Pressure Experimental Methods, Oxford University Press, Oxford 1996  
2. Solid State Physics under Pressure : Recent Advance with Anvil Devices, KTK Scientific Publishers, Tokyo 1985

**Fyzika ve vysokých magnetických polích** 2/0 Zk — FPL...

Vytváření vysokých magnetických polí, experimentální možnosti, aplikace vysokých magnetických polí ve výzkumu kondenzovaných látek, principiální experimenty.

- Literatura: 1. F.R. de Boer, High-field magnetism, v: Encyclopedia of Materials: Science and Technology, Pergamon Press, Oxford 2001  
2. <http://ext.lanl.gov/orgs/mst/nhmfl/welcome.html>

**Magnetické struktury** 2/0 Zk — FPL...

Mikroskopické aspekty magnetického uspořádání, výměnné interakce, magnetická symetrie. Příklady vyšetřování magnetických struktur.

- Literatura: 1. J. Jensen, A.R. Mackintosh, Rare-earth magnetism – Structures and excitations, Clarendon press, Oxford 1991  
2. B. Barbara, D. Gignoux, C. Vettier, Lectures on Modern Magnetism, Science Press, Springer-Verlag 1988  
3. Neutron and synchrotron radiation for condensed matter studies, Ed.: Baruchel et al., Vol. I – III, Springer-Verlag, Berlin 1993

**Moderní materiály s aplikačním potenciálem** — 2/0 Zk FPL...

Krystalické, nanokrystalické, multivrstevnaté a kompozitní materiály – příprava a vlastnosti, souvislost makroskopických a mikroskopických parametrů, možnosti ladění vlastností materiálu, aplikace.

- Literatura: 1. F.E. Fujita, Physics of new materials, Spronger,-Verlag, Berlin 1998  
2. Magnetism beyond 2000, 1.Magn.Magn.Mater. 200 (1999) 1-785  
3. Aktuální časopisecká literatura

**Teorie tvorby polymerních struktur** 2/0 Zk — BCM076

Přednáška navazuje na přednášku – Základy makromolekulární chemie. Rozvíjí zejména teoreticky popis vzniku makromolekul a sítí. Mechanismus vzniku lineárních a síťovaných struktur. Polydispersita a její stanovení. Teoretický popis růstu sítí, bod gelace a strukturní molekulární charakteristiky sítí. Teorie větvicích procesů.

- Literatura: A. Rényi: Teorie pravděpodobnosti, Academia, Praha 1972  
J. Sedláček: Úvod do teorie grafů, Academia, Praha 1977

**Základy molekulární elektroniky** 2/0 Zk — BCM072

Základy molekulové fyziky, elektricky a opticky aktivní molekulární materiály. Základy molekulových elektronických elementů.

- Literatura: J.Simon: Molecular Semiconductors, Springer, Berlín, 1985  
M.Pope, C.E.Swenberg: Electronic Processes in Organic Crystals, Clarendon Press, Oxford, 1982  
J.A.Chilton, M.T.Goosey (redaktoři): Special Polymers for Electronic and Optoelectronics, Chapman, Hall,London, 1995  
H.Dörr, H.Bonas-Laurent: Photochromism, Elsevier, Amsterodam, 1990  
S.Nešpůrek: Organické materiály, v knize: J.Šesták, Z.Strnad, A.Tříška (redaktoři): Speciální technologie a materiály, Academia, Praha 1993  
V.Prosser a kolektiv.: Experimentální metody biofyziky, Academia, Praha, 1989

**Vybrané problémy fyziky reálných povrchů** 3/0 Zk — .....

Přednáška seznamuje studenty s aktuální problematikou a nejnovějšími aplikacemi reálných povrchů. Navazuje na přednášky: Fyzika povrchů a Experimentální metody studia povrchů. Speciální problémy a moderní aplikace modifikace povrchu pevných látek nízkoteplotním plazmatem, speciální aplikace XPS a AES, zkoumání povrchů a tenkých vrstev metodami analýz vysokoenergetickými iontovými svazky (IBA), RBS, ERDA a NRA. Speciální aplikace infračervené spektroskopie (FTIR) a NMR zvláště pro povrchy makromolekulárních látek.

Literatura: J.L.Koenig: Spectroscopy of Polymers, 2<sup>nd</sup> Edition, Elsevier, N.Y. 1999  
M. Ohring: The Materials Science of Thin Films, Academic Press, Inc., Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Boston, San Diego, New York, London, Sydney, Tokyo, Toronto, 1992

**Moderní směry ve fyzice makromolekul** 3/0 Zk — .....

Přednáška navazuje na přednášku - Základy makromolekulární fyziky. Bude zaměřena na řadu nově vznikajících metod a odvětví oboru. Supramolekulární a kapalně-krytalické polymerní systémy. Nové inteligentní materiály na bázi polyelektrolytických sítí. Organické polovodiče a polymery pro optické aplikace. Nové spektroskopické a difrakční metody studia struktury a vlastností makromolekul.

Literatura: Kolektiv: Základy fyziky polymerů II. Edice MACRO, sv. M-17. ÚMCH ČSAV Praha 1988  
K. Dušek, Ed.: Responsive Gels: Volume Transitions I and II, Adv, Polym. Sci., 109 and 110 (1993)  
P. G. de Gennes: Scaling Concept in Polymer Physics, Cornell Univ. Press, Ithaca 1979

**Základy mechaniky tekutin a turbulence** 2/0 Zk — .....

Ideální kapalina, Eulerova rovnice, Kelvinův teorém, viskózní kapalina, Navier-Stokesova rovnice, Reynoldsovo číslo, laminární proudění – příklady, stabilita laminárního proudění, hraniční vrstva, turbulence – základní představy (korelační funkce, Taylorova hypotéza, energetické spectrum), supratekutá turbulence. Experimentální technika – anemometry, PIV (particle image velocimetry) LDV (laser Doppler velocimetry). Přenos tepla v kapalině, Rayleighova – Benardova konvexe

Literatura: L.D. Landau, E.M. Lifschits, *Gidrodinamika*, Nauka, Moscow 1988;  
U. Frisch, *Turbulence - the legacy of A. N. Kolmogorov*, Cambridge University Press 1995

**Seminář fyziky reálných povrchů** 0/2 Z 0/2 Z .....

Seminář se zabývá charakterizací reálného povrchu nemodifikovaného i modifikovaného zvláště nízkoteplotní plazmou. Pozornost je věnována i moderním způsobům plazmové modifikace na základě současné časopisecké literatury.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

**Mossbauerova spektroskopie** 2/0 ZK — FPL096

Speciální kurs Moessbauerovy spektroskopie, její aplikace ve fyzice pevných látek a anorganické chemii.

Literatura: Moessbauer Spectroscopy ed. U. Gonser, edice Topics in Applied Physics, vol.5, Springer – Verlag 1975;  
Moessbauer Spectroscopy, ed. A.Vertes, L. Korecz, K. Burger, Akademiai Kiado, Budapest 1979

**NMR v magneticky uspořádaných látkách** 1/0 ZK

Speciální kurs aplikací metody NMR ve fero, feri a antiferomagnetických systémech. Excitace signálu a detekce extrémně širokých spekter, možnosti užití pro studium krystalové a magnetické struktury materiálů.

Literatura: E. A.Turov, M.P.Petrov, *NMR in Ferro- end Antiferromagnets*, Claredon Press, Oxford, 1975

**NMR spektroskopie vysokého rozlišení** 2/0 Zk — .....

Kurs NMR spektroskopie vysokého rozlišení v kapalinách a v kondenzované fázi. Možnosti využití pro studium struktury a dynamických vlastností malých molekul a vysokomolekulárních systémů. Metody vícedimenzionální

(2D, 3D) NMR spektroskopie v kapalinách. Metoda MAS a pulsní metody vysokého rozlišení v polymerních systémech.

Literatura: Harald Günther, NMR spectroscopy, J.Wiley & Sons, Chichester 1995;  
E. O. Stejskal, Jasper D. Memory, High resolution NMR in the solid state, Oxford Univ. Press, 1994;  
Martha D. Bruch (editor), NMR spectroscopy techniques, Marcel Dekker, Inc., New York

**Seminář z fyziky polymerů** 0/2 Z 0/2 Z BCM091

Seminář fyziky polymerů je společným seminářem katedry fyziky polymerů a odborné skupiny Makromolekulární systémy fyzikální vědecké sekce JČMF, na kterém referují členové katedry, tuzemští a zahraniční hosté o aktuálních výsledcích vědecké práce v oblasti fyziky polymerů. Zařazovány jsou i přehledné referáty o současném rozvoji jednotlivých oblastí fyziky polymerů.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

**Tvrdé a supertvrdé vrstvy a jejich aplikace** 2/0 Zk — .....

Přednáška seznamuje studenty s problematikou tvrdých a supertvrдых vrstev a pokrytí. Navazuje na přednášku Fyzika tenkých vrstev. Tvrdé vrstvy a pokrytí, adheze k podložce, tvrdost, pnutí, tribologické vlastnosti a jejich měření, příprava tvrdých vrstev magnetronovým stejnosměrným a střídavým naprašováním, příprava reaktivním naprašováním pomocí oblouku a další speciální techniky, multivrstvé systémy, kompozity a nanokompozity a ultratvrdé vrstvy.

Literatura: M. Ohring: The Materials Science of Thin Films, Academic Press, Inc.,  
Harcourt Brace Jovanovich, Publishers, Boston, San Diego, New York, London, Sydney, Tokyo,  
Toronto, 1992, 689 str.

**Aplikace tenkých vrstev v optice a elektronice** 2/0 Zk — .....

Základy vytváření optických tenkých vrstev, základní charakterizace a funkce, interferenční optické vrstvé systémy pro optické vrstvy, aplikace v optoelektronice, aplikace pro architektonické sklo. Vodivé, polovodivé a izolační vrstvy pro elektronické prvky a systémy, vrstvy pro čidla a mikročidla.

Literatura: L.I.Maissel, R.Glang: Handbook of Thin Film Technology, McGraw-Hill, New York 1970  
W. G. Driscoll. William Vaughan: Handbook of optics. McGraw-Hill, New York 1978

**Optické vlastnosti tenkých vrstev** 2/0 Zk — .....

Přednáška navazuje na přednášku Fyzika tenkých vrstev a seznamuje studenty s fyzikálními základy optických aplikací. Propustnost a absorpce tenké vrstvy, index lomu, ovlivnění těchto parametrů způsobem přípravy tenké vrstvy, jev interference a jeho aplikace, využití tenkých vrstev v aktivních i pasivních prvcích optoelektroniky.

Literatura: L.I.Maissel, R.Glang: Handbook of Thin Film Technology, McGraw-Hill, New York 1970  
W. G. Driscoll. William Vaughan: Handbook of optics. McGraw-Hill, New York 1978

## **Doporučené výběrové předměty pro obor fyzika kondenzovaných soustav a materiálů**

### **1. rok studia**

**Fyzika povrchů a tenkých vrstev polymerů** 2/0 Zk — BCM090

Základní pojmy a vlastnosti povrchů makromolekulárních látek. Metody jejich zkoumání. Modifikace jejich povrchu. Obecné a organické tenké vrstvy, jejich základní vlastnosti, metody zkoumání a způsoby přípravy.

Literatura: H.Biederman, Y.Osada: Plasma Polymerisation Processes. Elsevier, Amsterdam 1992  
B.W.Cherry: Polymer surfaces. University Press, Cambridge 1981  
H.Yasuda: Plasma Polymerization. Academic Press, Orlando, 1985  
L.Eckertová : Metody analýsy povrchů. Academia, Praha 1990

**Měřicí metody elektrických vlastností polymerů** — 2/0 Zk .....

Přednáška uvádí studenta do problematiky zkoumání elektrických vlastností vodivých polymerů a organických polovodičů. Měření elektrického odporu. Studium transportních jevů (pohyblivost a doba života nosičů náboje). Termoelektrické jevy. Dielektrické měřicí metody.

Literatura: J. Brož a kol.: Základy fyzikálních měření II9(B). SPN, Praha 1974  
P. Blood, J. W. Orton: The electrical characterization of semiconductors: majority carriers and electron states. Academic Press, London 1992  
J. P. Runt, J. J. Fitzgerald : Dielectric spectroscopy of polymeric materials: fundamentals and applications, American Chemical Society, Washington 1997

#### **Automatizace experimentů** — 2/1 Z FPL017

Obsahem přednášky jsou způsoby sestavení měřicí aparatury z jednotlivých přístrojů a jejich propojení s osobním počítačem, který pak slouží jak pro řízení experimentu, tak pro sběr naměřených dat.

Počítače ve fyzikálním experimentu. Vytváření automatizovaných měřicích aparatur. Základní typy rozhraní a jejich použití pro řízení přístrojů a přenosy dat. Norma IEEE-488 a její rozšíření. Vývoj aplikací pro Windows. Programovací prostředí Testpoint. Praktické procvičení formou práce na konkrétní úloze.

Literatura: M. Šnorek : Periferní zařízení I. skriptum ČVUT, Praha 1991  
<http://www.PCwebopaedia.com>  
<http://www.cec488.com>

#### **Základy vytváření polymerních struktur** — 2/0 Zk BCM060

Způsoby polymerizace, způsoby vytváření a charakterizace polymerních vzorků, síťování, vytváření tenkých vrstev polymerů netradičními metodami, plazmová polymerizace, naprašování, iontové svazky, vrstvy Langmuir-Blodgettové, úprava a studium povrchů, plazmové leptání.

Literatura: B. Vollmert: Základy makromolekulární chemie, Academia, Praha, 1970  
M. Lazár, D. Mikulášová: Syntéza a vlastnosti makromolekulárních látek, Alfa, Bratislava, 1976  
J. Štěpek a kol.: Technologie zpracování a vlastnosti plastů, SNTL/Alfa Praha, 1989  
H. Biederman, Y. Osada: Plasma Polymerization Processes. Elsevier, Amsterdam 1992

## **2. rok studia**

#### **Experimentální cvičení III** 0/3 Z — .....

Úlohy zejména spektroskopického zaměření prováděné vesměs na aparaturách používaných pro výzkumné práce na pracovištích fakulty a v ústavech AV ČR. Studenti si vybírají stanovený počet úloh ze seznamu, který se každým rokem upřesňuje.

Literatura: Pracovní úkoly k měřeným úlohám.

#### **Strukturní teorie relaxačního chování polymerů** 2/0 Zk — BCM062

Přednáška navazuje na přednášku – Základy makromolekulární fyziky a rozšiřuje teoretický popis mechanických, dielektrických a kiných materiálových charakteristik. Výklad modelů relaxačního chování polymerních látek. Interpretace výsledků měření relaxací různými experimentálními metodami. Strukturní interpretace časových a teplotních závislostí materiálových funkcí.

Literatura: N. G. McCrum, B. E. Read, G. Williams : Anelastic and dielectric effects in polymeric solids, Wiley, London 1967  
C. J. F. Böttcher, P. Bordewijk : Theory of electric polarization. Vol. 2, Dielectrics in time-dependent fields. Elsevier, Amsterdam 1978  
S., Jr Havriliak, S. J. Havriliak : Dielectric and Mechanical Relaxation in Materials Analysis, Interpretation, and Application to Polymers. Carl Hanser Verlag, München 1996

## 6. Optika a optoelektronika

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor optika a optoelektronika

#### **Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — BCM...

Formální schema KT. Teorie momentu hybnosti a spin. Metody přibližného řešení stacionární SR. Teorie rozptylu. Přibližné řešení nestacionární SR. Zlaté pravidlo. Semiklasická teorie emise a absorpce záření.

Literatura: J. Klíma, B. Velický: Kvantová mechanika I, II, skriptum UK  
A.S. Davydov: Kvantová mechanika, SPN 1978  
J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Academia 1983  
L. Landau, E.M. Lifšic: Kvantová mechanika, Moskva 1963

#### **Vlnová optika** — 4/2 Z,Zk OOE021

Vlastnosti světelných vln, polarizace světla, (Muller-Jonesův počet, Stokesovy parametry), šíření vln prostředím. Přiblížení geometrické optiky. Základy teorie optických zobrazení. Šíření vln ve vodivém prostředí. Reflexe světelných vln a základy elipsometrie. Komplexní reprezentace optických polí, lineární integrální transformace v optice, klasická teorie koherence, částečná polarizace, skalární teorie difrakce, teorie aberací, přenosová funkce zobrazovací soustavy, úvod do holografie, úvod do teorie optických vlnodů, vláknová optika, gaussovské svazky a optické rezonátory.

Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I,II , MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg,R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born,M. - Wolf,E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6.vyd. 1980

#### **Základy optické spektroskopie** — 2/0 Zk OOE001

Disperzní optická spektroskopie, interferometry ve spektroskopii, Fourierovská spektroskopie, vlastnosti detektorů záření, základní metody měření optických vlastností látek.

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

#### **Numerické metody zpracování experimentálních dat** — 2/0 Zk MAF035

Základní i pokročilé numerické metody - řešení lineárních a nelineárních rovnic, numerická kvadratura, metoda nejmenších čtverců, Fourierova transformace, metody Monte Carlo, dekonvoluce, faktorová analýza. Aplikace na experimentální data.

Literatura: F.S. Acton, Numerical Methods That Work, Mathematical Association of America, 1990.  
U.M. Ascher, L.R. Petzold, Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM, 1998.  
B. Fornberg, A Practical Guide to Pseudospectral Methods, Cambridge University Press, 1996.  
M. Metcalf, J. Reid, Fortran 90/95 Explained, Oxford Science Publ., 1998.  
S. Míka, Numerické metody algebry, SNTL, 1985.  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press, 1996. (Viz též <http://www.nr.com>)  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing, Cambridge University Press, 1996.

### 1. rok studia

#### **Teorie pevných látek** 4/2 Z,Zk — FPL001

Optické a magnetické vlastnosti a transport v pevných látkách objemových, se sníženou dimenzí i mezoskopických. Vliv translační symetrie a její narušení vnějšími poli či vnitřními poruchami. Na příkladu kmitů mříže a

elektromagnetického záření je ukázáno kvantování fyzikálních polí. Jsou zavedeny kvazičástice (excitony, magnony, plasmony, polarony). Použitím metod poruchové teorie, kanonické transformace a Greenových funkcí je na příkladu elektron-fononové interakce probrána jejich vzájemná interakce. vedoucí mimo jiné až k novému základnímu stavu (BSC teorie supravodivosti). Lokální přístup (užívající krystalové a ligandové pole, molekulární orbitály) umožňuje modelovat reálnou elektronovou strukturu uspořádaných i neuspořádaných látek, slitin, kapalin a skel.

Literatura: Kittel C.: Úvod do fyziky pevných látek, Academia Praha, 1985  
Anselm A.I.: Úvod do teorie polovodičů, Academia Praha 1976  
Frei V.: Fyzika pevných látek, SPN Praha 1981  
Kratochvíl P., Valvoda V.: Úvod do FPL I (skripta SPN)

#### **Základy kvantové a nelineární optiky I** 3/1 Z — OOE027

Lineární a nelineární optika, teorie nelineárních susceptibilit. Klasický popis jevů druhého a třetího řádu: druhá harmonická, parametrické interakce, čtyřřvlnové procesy, třetí harmonická, dvoufotonová absorpce, fázová konjugace, optická bistabilita, rozptyly spontánní, stimulované a vyšších řádů. Nestacionární koherentní jevy. Principy nelineární spektroskopie. Pozornost je věnována experimentální realizaci a využití nelineárních optických jevů.

Literatura: A.Yariv: Kvantovaja elektronika i nelinejnaja optika, Sovetskoe radio 1973  
A.Yariv: Vvedenije v optičeskuju elektroniku, Vysšaja škola 1983  
F.Zernike, J.E.Midwinter: Applied Nonlinear Optics, Wiley 1973  
Y.R.Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley 1984  
V.I.Bespalov, G.A.Pasmanik: Nelinejnaja optika i adaptivnyje sistemy, Nauka 1987  
V.G.Dimitrijev, L.V.Tarasov: Prikladnaja nelinejneja optika, Radio i svjaz 1982  
P.Chmela: Úvod do nelineární optiky, UP Olomouc 1982

#### **Základy kvantové a nelineární optiky II** — 3/1 Z, Zk OOE028

Lineární a nelineární optika, teorie nelineárních susceptibilit. Klasický popis jevů druhého a třetího řádu: druhá harmonická, parametrické interakce, čtyřřvlnové procesy, třetí harmonická, dvoufotonová absorpce, fázová konjugace, optická bistabilita, rozptyly spontánní, stimulované a vyšších řádů. Nestacionární koherentní jevy. Principy nelineární spektroskopie. Pozornost je věnována experimentální realizaci a využití nelineárních optických jevů.

Literatura: A.Yariv: Kvantovaja elektronika i nelinejnaja optika, Sovetskoe radio 1973  
A.Yariv: Vvedenije v optičeskuju elektroniku, Vysšaja škola 1983  
F.Zernike, J.E.Midwinter: Applied Nonlinear Optics, Wiley 1973  
Y.R.Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley 1984  
V.I.Bespalov, G.A.Pasmanik: Nelinejnaja optika i adaptivnyje sistemy, Nauka 1987  
V.G.Dimitrijev, L.V.Tarasov: Prikladnaja nelinejneja optika, Radio i svjaz 1982  
P.Chmela: Úvod do nelineární optiky, UP Olomouc 1982

#### **Optoelektronické materiály a technologie** 2/0 Zk — OOE003

Úvod. Klasifikace materiálů. Polovodičové struktury pro optoelektroniku. Požadavky na polovodičový materiál. Fázové rovnováhy. Poruchy krystalů. Příprava monokrystalů a tenkých vrstev. Příměsi v krystalech. Pasivace a metalizace povrchů. Technologie prvků. Technologie integrovaných obvodů.

Literatura: A.Yariv: Vvedenije v optičeskuju elektroniku, Vysšaja škola 1983  
F.Zernike, J.E.Midwinter: Applied Nonlinear Optics, Wiley 1973  
Y.R.Shen: The Principles of Nonlinear Optics, Wiley 1984  
V.I.Bespalov, G.A.Pasmanik: Nelinejnaja optika i adaptivnyje sistemy, Nauka 1987  
V.G.Dimitrijev, L.V.Tarasov: Prikladnaja nelinejneja optika, Radio i svjaz 1982  
P.Chmela: Úvod do nelineární optiky, UP Olomouc 1982

#### **Speciální praktikum pro OOE I** 0/3 KZ — OOE046

Experimenty z vlnové a kvantové optiky a z fyzikálních základů optoelektroniky.

Literatura: Návody k jednotlivým úlohám.

**Speciální praktikum pro OOE II** — 0/3 KZ OOE016

Technologie přípravy polovodičových struktur. Metody měření fyzikálních vlastností pevných látek, zejména polovodičů. Metody měření optických vlastností pevných látek. Měření optoelektronických prvků. Část úloh probíhá formou exkurze.

Literatura: Návody k jednotlivým úlohám.

**Exkurze (sudý kalendářní rok)** — 0/1 Z OOE014

Odborná týdenní exkurze po vědecko-pedagogických pracovištích u nás i v zahraničí pro studenty a pracovníky ve směru optika, optoelektronika a ve studijním plánu biofyzika ve FÚ UK.

Literatura: podle zadání vedoucího exkurze

**Seminář (lichý kalendářní rok)** — 0/1 Z OOE015

Seminář pro studenty a pracovníky FUKU ve studijním plánu biofyzika a směru optika, optoelektronika. Probíhá v týdenním soustředění. Obsah specifický podle vědeckých programů obou směrů.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

**Kvantová optika I** 2/1 Z — BCM067

Kvantová teorie elektromagnetického záření, úvod do teorie koherence, kinetické rovnice laseru, kinetické procesy v aktivním prostředí.

Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV , MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg,R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born,M. - Wolf,E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6.vyd. 1980

**Kvantová optika II** — 2/1 Z,Zk BCM093

Kvantová teorie elektromagnetického záření, úvod do teorie koherence, kinetické rovnice laseru, kinetické procesy v aktivním prostředí.

Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV , MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg,R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born,M. - Wolf,E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6.vyd. 1980

**Atomární a molekulární systémy pro fotoniku** 2/0 Zk — OOE031

Interakce světelného záření s atomárním a molekulárním prostředím. Teorie grup a její aplikace ve spektroskopii elektronové, vibrační, Ramanovské a rotační (štěpení hladin, výběrová pravidla). Významná atomární a molekulární prostředí pro laserovou fyziku.

Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV , MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg,R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born,M. - Wolf,E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6.vyd. 1980

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I** 2/0 Zk — OOE002

Elektrony, díry, pásová struktura. Homogenní polovodič. Drift, difuze, generace, rekombinace, zachycení a tunelování nosičů. Polovodičové struktury. Nízkodimenzionální struktury.

Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell,B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989

M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989

J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977

J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993

Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV, MATFYZPRESS, Praha 1994-95

### **Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II** — 2/0 Zk OOE008

Základní optické vlastnosti polovodičů, mechanismy optické absorpce a emise. Fotoelektrické jevy. Detekce světla, parametry detektorů. Generace světla, luminiscence, mechanismy zářivé rekombinace. Kvantové jámy a supermřížky, integrovaná optika. Experimentální metody.

Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990

Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965

T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976

K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989

M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989

J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977

J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993

B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

### **Elektronový transport v kvantových systémech** — 2/1 Z,Zk BCM096

Úvod do problematiky elektronového transportu v mezoskopických systémech. Konduktance a transmisní koeficienty. Lokalizace, univerzální fluktuace a jev Aharonova-Bohmy. Kvantové Hallovy jevy. Elektronové dvojvrstvy. Koherentní tunelování elektronů, rezonance a Coulombická blokáda. Supravodivost a Josephsonovy jevy.

Literatura: T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976

K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989

M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989

J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977

### **Nerovnovážná statistická fyzika a termodynamika** 3/0 Zk — FPL004

Boltzmannova rovnice. Pauliho rovnice, rychlostní rovnice, Stern-Volmerova kinetika, Langevinova rovnice a Brownův pohyb. Fokker-Planckova rovnice. Onsagerovy vztahy. Kubova teorie lineární odezvy. Konvoluční i nekonvoluční řídicí rovnice; stochastická Liouvilleova rovnice. Řídicí rovnice pro dva integrující podsystémy. Moriho a Tokuyama-Moriho metoda. Pro 5. ročník a PGDS.

Literatura: R.Kubo, M.Toda, N.Hashitsume: Statistical Physics II: Nonequilibrium Statistical Mechanics. Springer, 1985

## **2. rok studia**

### **Integrovaná a vláknová optika** 2/0 Zk — OOE007

Přenos a zpracování velkých objemů informace na optických frekvencích. Fyzikální podmínky pro šíření optických vln v objektech s jedním nebo dvěma rozměry srovnatelnými s vlnovou délkou optických vln. Využití poznatků geometrické optiky, mikrovlnného inženýrství, kvantové teorie a moderních technologií pro přípravu tenkých vrstev polovodivých dielektrických i kovových materiálů a integrace optických prvků a obvodů na jediném substrátu. Popis vlnových procesů pomocí Maxwellových rovnic. Vedení elektromagnetických vln v planárních a cylindrických strukturách, optická vlákna s radiálně proměnným indexem lomu, podmínky pro šíření jediného vidu, vazební prvky pro integrovanou optiku, periodické struktury, intenzitní, elektrooptická, akustooptická a magnetooptická modulace optického signálu.

Literatura: T. Tamir, ed., Integrated Optics, Topics in Applied Physics, Vol. 7, Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York 1975.

D. Marcuse, Light Transmission Optics, Bell Laboratories Series, Van Nostrand Reinhold Company, New York / Cincinnati / Toronto / London / Melbourne 1972.

A. W. Snyder, J. D. Love, Optical Waveguide theory, Chapman & Hall, London / New York / Tokyo / Melbourne / Madras 1991.

R. Olshansky, Propagation in glass optical waveguides, Review of Modern Physics, Vol. 51, No. 2, April 1979, 341-366.

**Nelineární optika polovodičových nanostruktur** 2/1 Z,Zk — OOE061

Přehled nízkodimensionálních polovodičových struktur: kvantové jámy, dráty, body. Příprava kvantových bodů. Elektronové energetické stavy. Lineární optické vlastnosti. Nelineární optické vlastnosti. Experimentální metody studia optických nelinearit. Koherentní jevy v kvantových bodech. Fonony. Relaxace energie. Fotonické aplikace.

Literatura: : H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell,B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Speciální seminář z kvantové a nelineární optiky** 0/2 Z 0/2 Z OOE033

Aktuální problematika oboru a DP.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku III** 2/0 Zk — OOE005

Principy optoelektronických prvků: přechod P-N, Schottkyho kontakt, struktura MIS, heterogenní přechody, fotovoltaické jevy, polovodičové zdroje optického záření, polovodičové detektory a snímací elektronky.

Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell,B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Speciální seminář z optoelektroniky** 0/2 Z 0/2 Z OOE010

Aktuální problematika polovodičové optoelektroniky, diplomové semináře studentů.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

**Předměty výběrově povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor optika a optoelektronika**

**1. rok studia**

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I** 2/0 Zk — OOE002

Elektrony, díry, pásová struktura. Homogenní polovodič. Drift, difuze, generace, rekombinace, zachycení a tunelování nosičů. Polovodičové struktury. Nízkodimensionální struktury.

Literatura: 1. D. Jiles, Electronic properties of materials, Charman & Hall, London 1993

2. Y. Kuramoto, Y. Kitaoka, Dynamics of heavy electrons, Clarendon Press, Oxford 2000
3. Aktuální časopisecká literatura

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II** — 2/0 Zk OOE008

Základní optické vlastnosti polovodičů, mechanismy optické absorpce a emise. Fotoelektrické jevy. Detekce světla, parametry detektorů. Generace světla, luminiscence, mechanismy zářivé rekombinace. Kvantové jámy a supermřížky, integrovaná optika. Experimentální metody.

- Literatura: 1. D. Jiles, Electronic properties of materials, Charman & Hall, London 1993  
 2. Y. Kuramoto, Y. Kitaoka, Dynamics of heavy electrons, Clarendon Press, Oxford 2000  
 3. Aktuální časopisecká literatura

**Elektronový transport v kvantových systémech** — 2/1 Z,Zk BCM096

Úvod do problematiky elektronového transportu v mezoskopických systémech. Konduktance a transmisní koeficienty. Lokalizace, univerzální fluktuace a jev Aharonova-Bohma. Kvantové Hallovy jevy. Elektronové dvojvrstvy. Koherentní tunelování elektronů, rezonance a Coulombická blokáda. Supravodivost a Josephsonovy jevy.

- Literatura: J.H. Davies: The Physics of Low-Dimensional Semiconductors (Cambridge University Press 1998)  
 S. Datta: Electronic Transport in Mesoscopic Systems (Cambridge University Press 1995)  
 J. Voves, J. Kodeš: Elektronické součástky nové generace (GRADA Publishing 1995)  
 Abrikosov: Fundamentals of the Theory of Metals, Part II. Superconducting Metals (Elsevier Science Publishers 1988)  
 P. Středa a Z. Janů: Supravodivost a fyzika nízkých teplot (skripta - ČVUT 1987)

**Základy konstrukce a výroby optických prvků** 0/1 Z — OOE048

Studenti se seznámí se způsoby navrhování a výroby optických prvků a se základními měřicími metodami. Z důvodů omezené kapacity optické dílny, ve které se praktická výuka koná - maximálně 6 studentů - probíhá výuka v obou semestrech. Studenti si zapisují jeden z nich.

- Literatura: Brož a kol.: Základy fyzikálních měření I,II, SPN 1967  
 W. G. Driscoll. William Vaughan: Handbook of optics. McGraw-Hill, New York 1978

**Spektroskopie s vysokým časovým rozlišením** 2/0 Zk — OOE025

Principy generace ultrakrátkých světelných pulsů, detekční technika, experimentální uspořádání. Aplikace - měření časově rozlišené luminiscence, absorpce, odrazivosti, Ramanova rozptylu, vícevlňného směšování. Rychlé relaxační procesy v polovodičích a jejich strukturách.

- Literatura: B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995  
 Prosser V. a kol.: Experimentální metody biofyziky (kap.7.), Academia Praha 1989

**Nelineární optika polovodičů** — 2/0 Zk OOE059

Lineární optické vlastnosti polovodičů a polovodičových struktur s jevem prostorového kvantování. Nelineární optické vlastnosti: dvoufotonová absorpce, teplotní nelinearity, elektronové-děrové plasma, excitony a biexcitony, stimulovaná emise, optický Starkův jev. Experimentální metody studia: metody excitace a sondování, Z - skenování, optická fázová konjugace, vícevlňné směšování, fotonové echo. Optická bistabilita, optické spínací elementy.

- Literatura: B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Holografie** 2/0 Zk — OOE049

Druhy a typy hologramů. Holografické zobrazení. Účinnost rekonstrukce. Materiály pro holografický záznam. Holografická interferometrie a holografické zobrazovací prvky. Presentační holografie (exkurse v holografické laboratoři). Určeno pro studijní směr z OOE.

- Literatura: B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Kvantová teorie koherence** — 2/0 Zk TMF001

Atomární a molekulární systémy pro fotoniku 2/0 Zk — OOE031

Interakce světelného záření s atomárním a molekulárním prostředím. Teorie grup a její aplikace ve spektroskopii elektronové, vibrační, Ramanovské a rotační (štěpení hladin, výběrová pravidla). Významná atomární a molekulární prostředí pro laserovou fyziku.

- Literatura: Literatura: T. Tamir, ed., Integrated Optics, Topics in Applied Physics, Vol. 7, Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York 1975.  
D. Marcuse, Light Transmission Optics, Bell Laboratories Series, Van Nostrand Reinhold Company, New York / Cincinnati / Toronto / London / Melbourne 1972.  
A. W. Snyder, J. D. Love, Optical Waveguide theory, Chapman & Hall, London / New York / Tokyo / Melbourne / Madras 1991.  
R. Olshansky, Propagation in glass optical waveguides, Review of Modern Physics, Vol. 51, No. 2, April 1979, 341-366.

**Kvantová optika I** 2/1 Z — BCM067

Kvantová teorie elektromagnetického záření, úvod do teorie koherence, kinetické rovnice laseru, kinetické procesy v aktivním prostředí.

- Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV, MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg, R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born, M. - Wolf, E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6. vyd. 1980

**Kvantová optika II** — 2/1 Z, Zk BCM093

Kvantová teorie elektromagnetického záření, úvod do teorie koherence, kinetické rovnice laseru, kinetické procesy v aktivním prostředí.

- Literatura: Saleh, B. E. A. - Teich, M.C.: Základy fotoniky I-IV, MATFYZPRESS, Praha 1994-95  
Luneburg, R.K.: Mathematical Theory of Optics, University of California Press, Berkeley, CA, 1964  
Born, M. - Wolf, E.: Principles of Optics, Pergamon Press, New York, 6. vyd. 1980

**Optika tenkých vrstev a vrstevnatých struktur** — 2/0 Zk OOE011

Interakce elektromagnetických vln definované polarizace s isotropní tenkou vrstvou na isotropní podložce. Reflexní a transmisní koeficienty. Vliv absorpce. Vztahy mezi materiálovými parametry (elektrickou permitivitou, susceptibilitou) a optickými charakteristikami. Elipsometrie. Vliv rozhraní. Rozšíření na vícevrstvé systémy. Uvážení optické anizotropie, krystalová optika tenkých vrstev. Stranově strukturované systémy a difrakce.

- Literatura: R. M. A. Azzam, N. M. Bashara, Ellipsometry and polarized light, North-Holland, Amsterdam / New York / Oxford 1977.  
P. Yeh, Electromagnetic propagation in birefringent layered media, J. Opt. Soc. Am. 69 (1979) 742-756

**Kvantová teorie molekul** — 3/2 Z, Zk BCM039

Bornova-Oppenheimerova a adiabatická aproximace. Hückelova metoda. Hartreeho, Hartreeho-Fockovy a Roothaanovy rovnice. Semiempirické a ab initio metody kvantové chemie. Korelační energie. Symetrie. Mezimolekulární interakce. Polarizovatelnost. Kmity molekul. Chemická reaktivita.

- Literatura: A.S. Davydov: Kvantová mechanika. SPN, Praha 1978  
L. Skála: Kvantová teorie molekul. Univerzita Karlova, Praha 1994

**Základy teorie přenosu energie v molekulárních systémech I** 2/0Zk — OOE041

Principy teorie přenosu energie v molekulárních systémech. Aplikace teorie na reálné systémy.

- Literatura: A.S. Davydov: Kvantová mechanika. SPN, Praha 1978  
L. Skála: Kvantová teorie molekul. Univerzita Karlova, Praha 1994

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku I** 2/0 Zk — OOE002

Elektrony, díry, pásová struktura. Homogenní polovodič. Drift, difuze, generace, rekombinace, zachycení a tunelování nosičů. Polovodičové struktury. Nízkodimenzionální struktury.

- Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II** — 2/0 Zk OOE008

Základní optické vlastnosti polovodičů, mechanismy optické absorpce a emise. Fotoelektrické jevy. Detekce světla, parametry detektorů. Generace světla, luminiscence, mechanismy zářivé rekombinace. Kvantové jámy a supermřížky, integrovaná optika. Experimentální metody.

- Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Kvantová teorie II** — 4/2 Z,Zk BCM...

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

- Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A. Messiah: Quantum Mechanics I., II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P. L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

**2. rok studia****Fyzika polovodičů pro optoelektroniku III** 2/0 Zk — OOE005

Principy optoelektronických prvků: přechod P-N, Schottkyho kontakt, struktura MIS, heterogenní přechody, fotovoltaické jevy, polovodičové zdroje optického záření, polovodičové detektory a snímací elektronky.

- Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976  
K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Luminiscenční spektroskopie polovodičů** 2/0 Zk — OOE035

Luminescence anorganických a organických látek, základní pojmy. Experimentální metody luminescenční spektroskopie, přehled luminescenčních jevů v polovodičích. Vlastní a nevlastní (příměsová) zářivá rekombinace, volné a lokalizované excitony a jejich identifikace ve spektru. Aplikace. Luminescenční efekty při silném buzení (srážky excitonů, biexcitony, elektronděrová kapalina, Boseho-Einsteinova kondenzace excitonů). Základy luminescence nízkodimensionálních polovodičových struktur. Nezářivé přechody. Elektroluminescence, její mechanismy a aplikace.

Literatura: Luminescence Spectroscopy, ed. by M.D.Lumb. Academic Press, London 1978  
Handbook on Semiconductors, ed. by T.S.Moss, Vol. 2, ed. by M.Balkanski (Chap. 6 - Radiative Recombination), North Holland 1980  
N.Peyghambarian, S.W.Koch and A. Mysyrowicz, Introduction to Semiconductor Optics, Prentice Hall, Englewood Cliffs, New Jersey 1993  
Excitons, ed. by E.I.Rashba and M.D.Sturge, North Holland, Amsterdam 1982

### **Integrovaná optika** 2/0 Zk — OOE047

Optický vlnodod vrstvodový, kanáldkový - popis pole. Vytváření OV. Pasivní a aktivní vlnododné struktury (akusto-, elektro-, magnetooptické jevy). Nelineární optické jevy v integrované optice. Polovodičové OV, OV s kvantovými jamami a supermřížkami. Měření parametrů OV. Aplikace integrované optiky zejména v optických komunikacích a senzorech.

Literatura: Brož a kol.: Základy fyzikálních měření I,II, SPN 1967  
W. G. Driscoll. William Vaughan: Handbook of optics. McGraw-Hill, New York 1978

### **Teorie laseru** 2/0 Zk — OOE034

Kinetické rovnice laseru, semiklasický popis I., úplný kvantově-mechanický popis (vč. disipace a fluktuací systému). Vztahy mezi různými popisy a oblastí jejich použití - vztah s experimentem. Konkrétní řešení různých typů laserů a režimů generace.

Literatura: B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

### **Integrovaná a vláknová optika** 2/0 Zk — OOE007

Přenos a zpracování velkých objemů informace na optických frekvencích. Fyzikální podmínky pro šíření optických vln v objektech s jedním nebo dvěma rozměry srovnatelnými s vlnovou délkou optických vln. Využití poznatků geometrické optiky, mikrovlnného inženýrství, kvantové teorie a moderních technologií pro přípravu tenkých vrstev polovodičových dielektrických i kovových materiálů a integrace optických prvků a obvodů na jediném substrátu. Popis vlnových procesů pomocí Maxwellových rovnic. Vedení elektromagnetických vln v planárních a cylindrických strukturách, optická vlákna s radiálně proměnným indexem lomu, podmínky pro šíření jediného vidu, vazební prvky pro integrovanou optiku, periodické struktury, intenzitní, elektrooptická, akustooptická a magnetooptická modulace optického signálu.

Literatura: T. Tamir, ed., Integrated Optics, Topics in Applied Physics, Vol. 7, Springer-Verlag, Berlin / Heidelberg / New York 1975.  
D. Marcuse, Light Transmission Optics, Bell Laboratories Series, Van Nostrand Reinhold Company, New York / Cincinnati / Toronto / London / Melbourne 1972.  
A. W. Snyder, J. D. Love, Optical Waveguide theory, Chapman & Hall, London / New York / Tokyo / Melbourne / Madras 1991. R. Olshansky, Propagation in glass optical waveguides, Review of Modern Physics, Vol. 51, No. 2, April 1979, 341-366.

### **Fyzika polovodičů pro optoelektroniku II** — 2/0 Zk OOE008

Základní optické vlastnosti polovodičů, mechanismy optické absorpce a emise. Fotoelektrické jevy. Detekce světla, parametry detektorů. Generace světla, luminescence, mechanismy zářivé rekombinace. Kvantové jámy a supermřížky, integrovaná optika. Experimentální metody.

Literatura: H.Frank: Fyzika a technika polovodičů. SNTL Praha 1990  
Teorie pevných látek. ČSAV Praha 1965  
T.S.Moss, G.J.Burrell, B.Ellis: Semiconductor Opto- Electronics. Překlad Mir, Moskva, 1976

K.Seeger: Semiconductor Physics: Springer Verlag Berlin 1989  
M.A.Herrman: Semiconductor Superlattices. Akademie-Verlag Berlin 1986. Překlad Mir, Moskva, 1989  
J.Toušek: Fotoelektrické jevy v polovodičích. SPN Praha 1977  
J.Toušek: Polovodičové prvky III. Karolinum, Praha 1993  
B.E.A.Saleh a M.C.Teich: Základy fotoniky, sv. 1 - 4. Matfyzpress Praha 1995

**Statistická fyzika kvantových mnohačasticových systémů I** 2/0 Zk — TMF031

Kvantová statistická mechanika, druhé kvantování a Fockův prostor, ideální a neideální kvantové plyny, dvoučasticové interakce. Poruchová teorie pro interagující systémy, Matsubarův formalismus, analytické vlastnosti poruchové řady a Greenovy funkce. Feynmanovy diagramy, Dysonova a Betheho-Salpeterova rovnice, Wardovy identity a jednoduché aproximace. Interagující elektrony v kovech, mikroskopické základy teorie Fermiho kapaliny.

Literatura: J. W. Negele, H. Orland, Quantum Many-Particle Physics, Addison-Wesley Publishing House, Redwood City, 1988  
G. D. Mahan, Many-Particle Physics, Plenum Press, New York 1990 (2nd edition)  
G. Rickayzen, Green's Functions and Condensed Matter, Academic Press, London 1984

**Statistická fyzika kvantových mnohačasticových systémů II** — 2/0 Zk TMF032

Silně interagující částice, mřížové modely, elektron-elektronová a elektron-fononová interakce. Selfkonzistentní aproximace pro silně korelované elektrony: funkcionální integrál a metoda sedlového bodu, statické aproximace, teorie středního pole a limita velkých dimenzí. Kvantové dynamické jevy: Kondův jev a formování lokálních magnetických momentů, teorie magnetismu v tranzitivních kovech. Mikroskopická teorie supravodivosti. Exaktně řešitelné modely - Betheho ansatz pro korelované elektrony.

Literatura: J. W. Negele, H. Orland, Quantum Many-Particle Physics, Addison-Wesley Publishing House, Redwood City, 1988  
G. D. Mahan, Many-Particle Physics, Plenum Press, New York 1990 (2nd edition)  
G. Rickayzen, Green's Functions and Condensed Matter, Academic Press, London 1984

**Moderní metody počítačové fyziky** 1/1 Z — PRF036

Na programu semináře jsou aktuální problémy z oblasti počítačové fyziky a chemie. Posluchači zapisují podle zájmu na základě programu zveřejněného před začátkem semestru.

Literatura: Podle dohodnutého programu zadá literaturu vedoucí semináře.

## 7. Fyzika povrchů a ionizovaných prostředí

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor fyzika povrchů a ionizovaných prostředí

**Základy kvantové teorie** 4/2 Z,Zk — OFY042

Formální schéma KT. Některé jednoduché aplikace. Teorie representací. Moment hybnosti. Spin. Pohyb vcentrálním poli. Přibližné metody KT. Pohyb v elektrickém a magnetickém poli. Systémy mnoha částic. Adiabatická aproximace. Bosony a fermiony. Jednočasticová aproximace. Druhé kvantování. Matice hustoty. Interakce systému elektromagnetickým polem.

Literatura: Pišút J., Gomolčák L., Černý V.: Úvod do kvantovej mechaniky. ALFA Bratislava-SNTL Praha 1983  
Blochincev D.I.: Základy kvantové mechaniky. NČSAV Praha 1956  
Davydov A.S.: Kvantová mechanika. SPN Praha 1978  
Klíma J., Velický B.: Kvantová mechanika I(1992) a II(1990). Skriptum MFF UK Praha.  
Formánek J.: Úvod do kvantové mechaniky. Academia, Praha 1983.

**Teorie pevných látek** — 3/0 Zk FPL063

Struktura pevných látek. Kmity krystalové mřížky a její tepelné vlastnosti. Elektronová teorie krystalických látek. Metody výpočtu pásové elektronové struktury. Elektrické, magnetické a optické vlastnosti. Transportní jevy.

Literatura: Ch. Kittel: Introduction to solid state physics, John Wiley and Sons, Inc., New York 1978  
A.I. Anselm: Vvedenie v teoriiu poluprovodnikov, Moskva, GIML 1962 (Academia, Praha 1967), 2. vyd. Moskva, Nauka 1978  
J. Celý: Kvazičástice v pevných látkách, SNTL, Praha 1977

#### **Vakuová technika** — 2/0 Zk EVF...

Úvodní informace o vakuové technice a jejím využití ve fyzikálních experimentu a vybraných průmyslových technologiích. Fyzikální základy vakuové techniky. Vakuové vývěvy a vakuometry. Vakuové a ultravakuové aparatury. Metody hledání netěsností. Přednáška je vhodná pro studium všech zaměřených experimentální fyziky.

Literatura: Pátý L.: Fyzika nízkých tlaků, Academia Praha 1968.  
Groszkowski J.: Technika vysokého vakua, SNTL Praha 1981.  
Lafferty J. M.: Foundations of vacuum science and technology, John Wiley & Sons, New York 1998.

#### **Povrchové vlastnosti pevných látek** — 2/0 Zk EVF075

Příprava a zpracování povrchů pro aplikace ve fyzice povrchů, tenkých vrstev, plazmatu a vakua. Přednáška je zaměřena na použití vakuových technologií, které jsou používány ve velké části experimentů na katedře EVF - interakce molekul plynů s povrchy, odstranění povrchových poruch ohřevem, příprava povrchů monokrystalů.

Literatura: Zangwill A.: Physics at surfaces, Univ. Press, Cambridge, 1988.

#### **Metody fyziky plazmatu** — 2/0 Zk EVF...

Fyzikální základy, parametry charakterizující plazmatické skupenství. Metody vytváření plazmatu. Plazma jako měnič energie (MHD generátory, fúzní reaktory). Plazma jako vodič (spínače). Metody aplikace plazmatu jako zdroje záření (světelné zdroje, plynové lasery, plazmatické zobrazovače). Metody využití plazmatu ke zpracování materiálů (sváření, řezání, nástřík). Metody zušlechťování povrchů materiálů (nanášení vrstev s pomocí plazmatu, "suché" leptání materiálů). Plazmachemie, chemické reakce probíhající v plazmatickém prostředí. Plazma jako zdroj nabitých (a neutrálních) částic. Princip plazmového motoru pro využití v kosmickém výzkumu.

Literatura: Kracík J., Tobiáš J.: Fyzika plazmatu, Academia Praha 1966.  
Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia Praha 1984.

### **1. rok studia**

#### **Společné předměty**

##### **Fyzika povrchů** 2/1 Z,Zk — EVF035

Povrch pevné látky: ideální, reálný. Emise elektronů a iontů vyvolaná teplem a elektrickým polem. Jevy vyvolané adsorpcí záření a dopadem částic. Metody analýzy povrchů z hlediska složení, struktury a morfologie.

Literatura: Eckertová L.: Elektronika povrchů, SPN Praha 1983.

##### **Vakuová fyzika** 2/1 Z,Zk — EVF021

Úvod do studia fyziky nízkých tlaků a vakuové techniky. Základní představy o vakuu, kinetický popis zředěného plynu. Interakce plynu s povrchem, základy teorie sorpčních procesů; fyzikální principy využívané k získávání a měření vakua.

Literatura: Pátý L.: Fyzika nízkých tlaků, Academia Praha 1968

##### **Fyzika plazmatu I** 2/0 Zk — EVF012

Základní vlastnosti plazmatu, vznik, druhy, výskyt. Parametry plazmatu, jejich určování. Srážkové procesy vedoucí ke vzniku a zániku různých druhů částic. Reakce v plazmatu. Popis plazmatu. Základy kinetické teorie - Boltzmannova rovnice, důsledky; rozdělovací funkce. Záření plazmatu.

Literatura: Kracík J., Tobiáš J.: Fyzika plazmatu, Academia Praha 1966.  
Galeev A. A., Sudan R. N.: Basic Plasma Physics, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-New York-Oxford, 1983.

**Kybernetizace experimentu** — 2/0 Zk EVF030

Úvod do automatizace hromadného sběru dat, řízení fyzikálních měření a technologických procesů. Vybrané obvody analogové techniky, D-A, A-D převodníky. Aplikace číslicových integrovaných obvodů. Základy mikroprocesorové techniky. Standardy připojení vnějších zařízení k počítači. Základy regulační techniky.

Literatura: Šícha M, Tichý M.: Elektronické zpracování signálů, skripta MFF, Karolinum, 1998.  
Šubrt V.: Jednočipové mikropočítače INTEL 8048-8096, Grada, 1992.  
Šnorek M.: Standardní rozhraní PC, Grada, 1992.

**Základy počítačové fyziky I** 2/2 KZ — EVF040

HW a SW základy počítačové fyziky. Hlavní směry počítačové fyziky - numerické výpočty, řízení experimentů, zpracování textu, zpracování obrazu, integrální transformace, symbolické manipulace, spojitě a částicové modelování. Základy matematické statistiky a počtu pravděpodobnosti. Numerické metody. Jazyk FORTRAN 77. Určeno pro posluchače oboru fyzika kromě stud. směru FPIP.

Literatura: Press W.H. et al.: Numerical Recipes in FORTRAN (Pascal, C) Cambridge University Press, Cambridge 1992  
Hrach R.: Numerické metody ve fyzikální elektronice I skripta MFF UK, SPN, Praha 1981

**Diplomový seminář EVF I** 0/2 Z — EVF078

Práce s literaturou, referování článků. Samostatné řešení úloh souvisejících se studovaným oborem a experimentální prací na katedře.

Literatura: podle dohody

**Diplomový seminář EVF II** — 0/2 Z EVF...

Literatura: podle dohody a podle zadání diplomové práce.

**Experimentální metody EVF I** 0/5 KZ — EVF076

Řešení experimentálních problémů zaměřených FPIP z oblasti vakuové techniky, elektroniky, elektronové mikroskopie, metod povrchové analýzy, fyziky plazmatu a přípravy tenkých vrstev.

Literatura: podle zadaných úloh.

**Experimentální metody EVF II** — 0/5 KZ EVF077

Řešení experimentálních problémů zaměřených FPIP z oblasti vakuové techniky, elektroniky, elektronové mikroskopie, metod povrchové analýzy, fyziky plazmatu a přípravy tenkých vrstev.

Literatura: podle zadaných úloh.

**Odborné soustředění** 0/2 Z — SZZ003

Seznámení se se širší tematikou řešenou na katedře, referát o současné problematice spojené s úkoly diplomové práce.

**2. rok studia**

**Společné předměty**

**Diplomový seminář EVF III** 0/2 Z — EVF079

Referáty o problémech spojených s řešením diplomové práce a širší tematické oblasti s ní související. Samostatné řešení úloh, referáty odborníků z praxe.

Literatura: Aktuální časopisecké články

#### **Diplomový seminář EVF IV — 0/2 Z EVF...**

Referáty o diplomové práci a širší tematické oblasti s ní související. Příprava k obhajobě.

Literatura: Aktuální časopisecké články

#### **Odborné soustředění 0/2 Z — SZZ003**

Seznámení se se širší tematikou řešenou na katedře, referát o současné problematice spojené s úkoly diplomové práce.

### **Předměty výběrové povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor fyzika povrchů a ionizovaných prostředí**

#### **1. rok studia**

##### **Adsorpce na pevných látkách — 2/1 Z,Zk EVF083**

Kinetika a dynamika adsorpce a desorpce. Adsorpční isotermy. Charakterizace povrchu pevné fáze. Experimentální metody studia povrchových procesů. Měření adsorpčního množství a adsorpčního tepla. Metody strukturní a spektroskopické. Teorie fyzikální adsorpce a chemisorpce. Přehled základních interakcí plynů s kovy. Základní představy a teorie katalýzy.

Literatura: A. Zangwill: Physics at surfaces, Univ. Press, Cambridge, 1988, Rusky: MIR, Moskva, 1990  
A. W. Adamson: Physical chemistry of surfaces, J. Wiley, New York, 1990  
V. Ponec, Z. Knor, S. Černý: Adsorption on solids, Butterworth, London, 1974, česky: SNTL, Praha, 1968

##### **Elektronové spektroskopie — 2/0 Zk EVF...**

Přednáška je určena pro posluchače nejvyšších ročníků magisterského studia, kteří se chtějí zevrubně seznámit s elektronově spektroskopickými metodami studia povrchů pevných látek. Jde zejména o spektroskopii Augerových elektronů, rentgenovou a ultrafialovou fotoelektronovou spektroskopii nebo o spektroskopii charakteristických ztrát, ale i o metody méně rozšířené, jakými jsou například spektroskopie elasticky odražených elektronů, spektroskopie prahových potenciálů a inverzní či dvoufotonová fotoelektronová spektroskopie. Přednáška do hloubky pojednává jak o jejich principech a příslušných experimentálních uspořádáních, tak o otázkách na nich založené kvalitativní i kvantitativní povrchové analýzy.

Literatura: Ertl G., Köppers J.: Low Energy Electrons and Surface Chemistry, J. Willey, New York 1988.

##### **Fyzika tenkých vrstev I 2/0 Zk — EVF058**

Interakce a migrace atomů na podložce. Mody a fáze růstu tenkých vrstev (TV). Rovnovážná teorie nukleace TV. Kinetika versus termodynamika. Kinetické rovnice růstu TV. Kritický poloměr ostrůvku pro růst další vrstvy. 2D - 3D přechod. Počítačové simulace růstu. Růst na atomárních terasách. Epitaxní růst - mod Stranski Krastanov. Vlastnosti tenkovrstvových struktur - elektrické, magnetické, optické a mechanické. Využití tenkých vrstev - příklady. Nízkodimenzionální struktury.

Literatura: Eckertová L.: Physics of Thin Films, Plenum Press - SNTL, New York - Praha, 1986.

##### **Elektronová difrakce — 2/0 Zk EVF...**

Struktura pevných látek, symetrie krystalů, krystalové mřížky, krystalové soustavy a bodové grupy. Kinematická teorie difrakce. Transmisní elektronová mikroskopie a difrakce, LEED, RHEED. Aplikace elektronové difrakce ve fyzice tenkých vrstev a v modelových katalyzátorech.

Literatura: Reflection High-Energy Electron Diffraction and Reflection Electron Imaging of Surfaces, NATO Series, Plenum Press New York - London, 1988.

### **Fyzika plazmatu II** — 2/0 Zk EVF004

Plazma ve vnějším poli. Drifty v plazmatu. Vodivost plazmatu. Interakce plazmatu s vysokofrekvenčním polem. Difuze a ambipolární difuze. Vliv magnetického pole. Výboje v plynech (temný, doutnavý, vysokofrekvenční, oblouk, jiskra, korona). Nestability ve výbojích.

Literatura: Kracík J., Tobiáš J.: Fyzika plazmatu, Academia Praha 1966.  
Kracík J., Šesták B., Aubrecht L.: Základy klasické a kvantové fyziky plazmatu, Academia Praha 1974.  
Raizer J. P.: Gas Discharge Physics, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg, 1991.

### **Plazma v kosmickém prostoru** 2/0 Zk — EVF028

Pohyb nabitých částic v silových polích, vlny v plazmatu, nelineární jevy, magnetické pole ve sluneční soustavě, sluneční vítr a jeho interakce s planetami, plazmové procesy v magnetosféře planet, vliv procesů na Slunci na geosféru, diagnostické metody v kosmickém plazmatu.

Literatura: Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia, Praha 1984.  
Kivelson M. G., Russell C. T.: Introduction to Space Physics, Cambridge, University Press, 1995.  
Goldston R. J., Rutherford P. H.: Introduction to Plasma Physics, IOP Publishing, Ltd. 1995.

### **Elektronika pro fyziky** 2/0 Zk — EVF...

Metody zpracování signálů. Šum, definice a druhy šumu. Převodníky neelektrických veličin na elektrický signál (senzory). Převodníky elektrického signálu na fyzikální veličinu (efektory). Analogové zpracování elektrického signálu. Číslíkové zpracování signálu. Základy číslicové elektroniky. Převodníky A/D a D/A. Připojování periférií k výpočetnímu systému. Principy přídavných zařízení mikropočítače. Standardní rozhraní pro ovládání periferních zařízení. Základy počítačových sítí.

Literatura: Šícha M., Tichý M.: Elektronické zpracování signálů, skripta MFF, Karolinum, Praha 1998.  
Farský V., Prokeš J.: Elektronické obvody I, II, skripta UJEP, Brno 1979. Hamilton  
D.G., Howard W.G.: Basic Integrated Circuits Engineering, Mc-Graw-Hill Kogakuska, Tokio 1978.

### **Modelování ve fyzice plazmatu** — 1/1 KZ EVF065

Modelování spojitě. Modelování částicové - deterministické, stochastické a hybridní. Studium fyzikálních procesů v objemu plazmatu, při interakci plazmatu s povrchy pevných látek v plazmochemii. Paralelismus v počítačové fyzice. Vhodné i pro doktorandské studium (PGS).

Literatura: Rapaport D.C.: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press, Cambridge 1995.  
Birdsall L. K., Langdon A. B.: Plasma Physics via Computer Simulation, IOP-Publishing Ltd. 1991.

## **2. rok studia**

### **Řádkovací mikroskopie - STM, AFM** 2/0 Zk — EVF...

Fyzikální principy mikroskopii v blízkém poli: rastrovací tunelová mikroskopie (STM), mikroskopie atomárních sil (AFM), optické rastrovací mikroskopie v blízkém poli (SNOM). Další příbuzné a odvozené techniky (spektroskopie, mikroskopie balisticky emitovaných elektronů, šumová mikroskopie,...). Rozlišovací schopnost, módy měření, otázky konstrukce rastrovacích mikroskopů v blízkém poli, použití ve fyzice povrchů a tenkých vrstev, srovnání s dalšími technikami - transmisní elektronová mikroskopie (TEM), rastrovací elektronová mikroskopie (SEM), autoemisní mikroskop (FEM), iontový projektor (FIM) a mikroskopie pomalými elektrony (LEEM).

Literatura: Bai C.: Scanning Tunneling Microscopy and its Application, Springer Series in Surf.Sci.32, Berlin-Heidelberg, New York 1992.

### **Iontové a molekulové spektroskopie** 2/0 Zk — EVF017

Výměna náboje mezi ionty a povrchem, spektroskopie založené na principu neutralizace dopadajících iontů (INS) a rozptylu iontů (ISS). Iontové odprašování, hloubkové profily. Hmotnostní spektroskopie sekundárních iontů (SIMS). Rozptyl neutrálních částic na povrchu PL. Elektronově stimulovaná desorpce.

Literatura: D.P. Woodruff, T.A. Delchar: Modern Techniques of Surface Science, University Press, Cambridge, Great Britain, 1986

### **Vysokofrekvenční a kvantová elektronika** 2/0 Zk — EVF...

Elektrické obvody při velmi vysokých kmitočtech. Skin efekt a vnitřní impedance vodiče. Homogenní vedení, telegrafní rovnice. Odraz na vedení, činitel stojatého vlnění. Šíření elektromagnetických vln ve vlnovodech. Dutinový rezonátor, pojem kvality. Generace vysokofrekvenčních kmitů. Pojem inverze hladin. Metody získávání inverze hladin. Vysokofrekvenční a optický obor. Masery (frekvenční normály). Lasery v plynné fázi - (laser ve výboji He-Ne, CO<sub>2</sub>), lasery v pevné fázi (rubínový, polovodičový).

Literatura: Vejvodová J.: Základy kvantové elektroniky, SPN, Praha 1982.  
Vejvodová J.: Elementy mikrovlnných obvodů, SPN, Praha 1982.

### **Kybernetizace experimentu II** 2/0 Zk — EVF031

Současné technologie číslicových IO. Prvky architektury současných mikroprocesorů CISC, RISC a DSP. Architektura PC. Číslicová filtrace.

Literatura: Instrument communication handbook, IOtech. Inc., 1991.  
L. Ličev, D. Morkes, Procesory – architektura, funkce a použití, Computer Press, 1999.  
P. Broža, Stavíme si počítač, Computer Press, 2000.

## **Doporučené výběrové předměty pro obor fyzika povrchů a ionizovaných prostředí**

### **2. rok studia**

#### **Elektronová a iontová optika** — 2/0 Zk EVF015

Základní informace o optice nabitých částic a jejich aplikacích. Určování polí a trajektorií nabitých částic. Prvky elektronově optických systémů. Symetrické systémy. Základní aplikace. Vliv prostorového náboje.

Literatura: Urgošik B.: Elektronová a iontová optika, SPN Praha 1982.

#### **Interakce molekul s aktivními povrchy** 2/0 Zk — EVF...

Přednáška je zaměřena na studium interakcí molekul s povrchy heterogenních katalyzátorů a senzorů na bázi systémů kov-oxid metodami povrchové analýzy. Hlavní pozornost bude věnována studiu adsorpce a reakce na površích tzv. modelových systémů - dobře definovaných planárních struktur - metodami elektronových (XPS, XPD, UPS, AES, EELS), iontových (ISS, SIMS) a molekulových spektroskopií (TPD, TPR, MB).

Literatura: Zangwill A.: Physics at surfaces, Univ. Press, Cambridge, 1988, Rusky: MIR, Moskva, 1990.

#### **Statistika a teorie informace** 2/0 Zk — EVF007

Náhodné procesy a veličiny, pravděpodobnost, statistické charakteristiky, fluktuace-šumy, korelační funkce, Wiener-Chinčinův teorém, spektrální výkonová hustota. Informace jako měřitelná veličina, rychlost přenosu, Gaborova věta, použití při zpracování experimentálních dat

Literatura: Matyáš V.: Měření, analýza a vytváření náhodných procesů, SNTL Praha 1976.  
Prchal I.: Teorie pravděpodobnosti ve sdělovací technice, NADAS, Praha, 1975.

#### **Fyzika tenkých vrstev II** 2/0 Zk — EVF...

Přednáška se věnuje speciálním aspektům homoepitaxního a heteroepitaxního růstu tenkých vrstev. Homoepitaxe - orientovaný růst, růst na singulárních a vicinálních površích, vliv rekonstrukce na homoepitaxní růst, přechod mezi 2D a 3D růstem. Heteroepitaxe - růst heteroepitaxních vrstev, jejich fyzikálně chemické vlastnosti a metody jejich

zkoumání. Hlavní pozornost je věnována systémům kov-kov a kov-oxid. Vliv pnutí a povrchové rekonstrukce na morfologii vrstev (příklady pro systémy kov-polovodič, polovodič-polovodič), samoorganizace.

Literatura: Venables J. A.: Surfaces and Thin Film Processes, Cambridge Univ. Press Cambridge 2000.

### **Hmotnostní spektroskopie** 2/0 Zk — EVF016

Fyzikální základy hmotnostní spektrometrie. Iontově optické a elektronově optické systémy v hmotnostním spektrometru. Iontové zdroje. Systémy hmotnostních spektrometrů. Detekce a registrace iontů. Aplikace a interpretace spekter.

Literatura: Blauth E.W.: Dynamic Mass Spectrometers, Elsevier Publishing Comp., New York 1966.

### **Fyzika plazmatu III** 2/0 Zk — EVF006

Horké plazma. Popis, podmínky rovnováhy, difuzní a vlnové procesy. Problematika fúze (magnetické nádoby). Kosmické plazma. Diagnostické metody, jejich možnosti použití. Aplikace plazmatu (osvětlovací a průmyslové systémy). Základy plazmochemie a plazmochemických technologií.

Literatura: Kivelson M. G., Russell C. T.: Introduction to Space Physics, Cambridge, University Press, 1995.  
Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia Praha 1984.  
Auciello, O., Flamm D. L. (ed.): Plasma Diagnostics, Vol. I, Academic Press, Inc., 1989.

### **Vysokofrekvenční elektrotechnika** 2/0 Zk — EVF024

Teorie dlouhých vedení, vlnodů a rezonátorů s přihlédnutím k technickým aplikacím, generace vysokofrekvenčních kmitů.

Literatura: J.C. Slater, Microwave Transmission, Mc-Graw-Hill Book Company, Inc., New York, London, 1942  
D.G. Fink, Radar Engineering, Mc-Graw-Hill, New York, London, 1947  
C.G. Montgomery, Editor, Technique of Microwave Measurements, Mc-Graw-Hill, New York, London, 1947  
J.W. Gewartowski, H.A. Watson, Principles of Electron Tubes, D. Van Nostrand Company, Inc., Princeton, New Jersey, etc., 1965  
J. Kvasnica, Teorie elektromagnetického pole, Academia, Praha, 1985

### **Kvantová elektronika a optoelektronika** 2/0 Zk — EVF014

Fyzikální základy. Stimulovaná emise a metody jejího získávání. Systémy v mikrovlnném pásmu. Systémy v optickém pásmu (plynové, kapalinové, dielektrické a polovodičové lasery). Aplikace laserů v různých oborech, základy optických komunikací, vlastnosti optoelektronických systémů.

Literatura: Vejvodová J.: Základy kvantové elektroniky, SPN 1982

### **Elementární procesy a reakce v plazmatu** — 2/0 Zk EVF005

Elementární procesy v plazmatu. Rekombinace a ionizace. Úvod do teorie reakcí iontů a molekul. Experimentální metody zkoumání reakcí iontů a molekul, rekombinace, ionizace. Analýza procesů v plynných laserech, plazmochemických reaktorech, při interakci plazmy s povrchy, atd. z hlediska v nich probíhajících elementárních procesů. Plazmochemické procesy v ionosféře a mezihvězdném prostoru.

Literatura: Yiu Ng, Baer T., Powis I.: Unimolecular and bimolecular ion-molecule reactions, Wiley-Interscience, New York, 1994.  
McDaniel E. W., Mitchell J.B.A., Rudd M.E.: Atomic collisions. Heavy Particle Projectiles, Wiley-Interscience, New York, 1993.

### **Vybrané partie z fyzikální chemie** — 2/0 Zk EVF072

Fázové přechody, základy elektrochemie, molekulová struktura, elektrické a magnetické vlastnosti molekul, určování molekulární struktury, rotační a vibrační spektra, elektronová spektroskopie, vlastnosti makromolekul, klastry, chemické reakce, reakční kinetika a dynamika, experimentální techniky, laserová excitace a ionizace. Určeno především pro stud. směr FPIP.

Literatura: P. W. Atkins: Physical chemistry (také rusky), 1986  
A. Losche: Molekulphysik (také rusky) 1984, 1987  
R. Brdička, J. Dvořák: Základy fyzikální chemie, 1977  
V. C. Letochov: Lazernaja fotoionizacionnaja spektroskopija, 1987

**Technologie vakuových materiálů** — 2/0 Zk EVF047

Volba, zpracování, příprava, čištění a použití materiálů pro vakuovou techniku, konstrukční zásady, vybrané metody spojování, povrchové úpravy konstrukčních materiálů, použití kapalin a plynů ve vakuové technice.

Literatura: Barrer R.M. Diffusion in Solid, Cambridge University Press, Cambridge 1951.  
Boer J.H. Dynamical Character of Adsorption, Clarendon Press, Oxford 1953.  
Bermann A.: Total pressure measurement, Academia Press, New York 1985.

**Vakuové systémy** — 2/1 Z,Zk EVF027

Kinetická teorie zředěného plynu, proudění v oboru nízkých tlaků. Rozpouštění plynů v pevných látkách a permeace. Vakuový systém, průběh tlaku ve vakuovém systému, vliv sorpce, odplyňování. Vakuové a ultravakuové aparatury, vakuové ventily. Speciální měřicí metody.

Literatura: Pátý L.: Fyzika nízkých tlaků, Academia Praha 1968.  
Groszkowski J.: Technika vysokého vakua, SNTL Praha 1981.

**Vakuové měřicí metody** — 2/0 Zk EVF...

Přednáška shrnuje nejnovější výsledky vývoje moderních metod užívaných pro měření v oboru vysokého a velmi vysokého vakua. Hlavními tématy jsou měření ultravakua, ovlivňování měřeného vakua při měření, použití ionizačního vakuometru pro měření v oboru vyšších tlaků, analýza zbytkové atmosféry, quadrupólový a průletový hmotnostní spektrometr, záznam a analýza hmotnostních spekter, kalibrace vakuometrů, normály vakua, měření proudu plynu, měření čerpací rychlosti, hledání netěsností, kalibrace hledačů netěsností. Obsah přednášky bude reagovat na další vývoj a bude pravidelně inovován.

Literatura: Bermann A.: Total pressure measurement, Academia Press, New York 1985.  
Lafferty J.M.: Foundations of Vacuum Science and Technology, J. Wiley, New York 1998.

**Praktikum výpočetních metod fyziky I** 0/3 Z — EVF052

Objektově orientované programování. Vytváření programů prohlubujících jednotlivé partie přednášek F435 Základy počítačové fyziky F120 Počítačová fyzika. Jazyk FORTRAN 77. Jazyk FORTRAN 90 (zvládnutí do úrovně samostatného řešení problémů). Numerické řešení problémů z různých oblastí fyziky.

Literatura: Hřebíček J., Kopeček I., Kučera J., Polcar P.: Programovací jazyk FORTRAN 77 a vědeckotechnické výpočty Academia, Praha 1989  
Metcalf M., Reid J.: Fortran 90 Explained Oxford University Press, Oxford 1992

**Praktikum výpočetních metod fyziky II** 0/3 Z EVF053

Objektově orientované programování. Vytváření programů prohlubujících jednotlivé partie přednášek F435 Základy počítačové fyziky F120 Počítačová fyzika. Jazyk FORTRAN 77. Jazyk FORTRAN 90 (zvládnutí do úrovně samostatného řešení problémů). Numerické řešení problémů z různých oblastí fyziky.

Literatura: Hřebíček J., Kopeček I., Kučera J., Polcar P.: Programovací jazyk FORTRAN 77 a vědeckotechnické výpočty Academia, Praha 1989  
Metcalf M., Reid J.: Fortran 90 Explained Oxford University Press, Oxford 1992

**Proseminář k přednášce Modelování ve fyzice plazmatu** — 1/1 KZ EVF065

Modelování spojitě. Modelování částicové - deterministické, stochastické a hybridní. Studium fyzikálních procesů v objemu plazmatu, při interakci plazmatu s povrchy pevných látek v plazmochemii. Paralelismus v počítačové fyzice. Vhodné i pro doktorandské studium (PGS).

Literatura: Rapaport D.C.: The Art of Molecular Dynamics Simulation, Cambridge University Press, Cambridge 1995.

### **Aplikovaná elektronika** 2/0 Zk — EVF...

Návrh síťových zdrojů, stabilizátorů, impulzních zdrojů, měničů stejnosměrného napětí, stejnosměrných a střídavých zesilovačů, pasivních a aktivních filtrů, oscilátorů. Synchronní detekce, úzkopásmová filtrace. metody A/D konverze, jejich praktická realizace a srovnání. Oscilátory řízené napětím, kmitočtové ústředny, fázový závěs. principy měření elektrických a neelektrických veličin, elektronické měřicí přístroje, osciloskopy, logické analyzátoary.

Literatura: Seifart M.: Polovodičové prvky a obvody na spracovanie spojitych signálov, Alfa, Bratislava, 1988.  
Hamilton D.G., Howard W.G.: Basic Integrated Circuits Engineering, Mc-Graw-Hill Kogakuska, Tokio 1978.

## **Doporučené předměty vhodné i pro ostatní obory**

### **Základy počítačové fyziky I** 2/2 KZ — EVF040

HW a SW základy počítačové fyziky. Hlavní směry počítačové fyziky - numerické výpočty, řízení experimentů, zpracování textu, zpracování obrazu, integrální transformace, symbolické manipulace, spojité a částicové modelování. Základy matematické statistiky a počtu pravděpodobnosti. Numerické metody. Jazyk FORTRAN 77. Určeno pro posluchače oboru fyzika kromě stud. směru FPIP.

Literatura: Press W.H. et al.: Numerical Recipes in FORTRAN (Pascal, C) Cambridge University Press, Cambridge 1992

Hrach R.: Numerické metody ve fyzikální elektronice I skripta MFF UK, SPN, Praha 1981

### **Základy počítačové fyziky II** — 2/0 Zk EVF041

HW a SW základy počítačové fyziky. Hlavní směry počítačové fyziky - numerické výpočty, řízení experimentů, zpracování textu, zpracování obrazu, integrální transformace, symbolické manipulace, spojité a částicové modelování. Základy matematické statistiky a počtu pravděpodobnosti. Numerické metody. Jazyk FORTRAN 77. Určeno pro posluchače oboru fyzika kromě stud. směru FPIP.

Literatura: Press W.H. et al.: Numerical Recipes in FORTRAN (Pascal, C) Cambridge University Press, Cambridge 1992

Hrach R.: Numerické metody ve fyzikální elektronice I skripta MFF UK, SPN, Praha 1981

### **C++ pro fyziky** — 1/1 Z PRF011

Programovací jazyk C/C++ pro fyziky. Pokročilé metody programování: objekty v C++, algoritmy řízené událostmi, víceúlohové programování, základy architektury a vývoj aplikací pro Windows. Vhodné i pro PGS.

Literatura: Herout P.: Učebnice jazyka C, Kopp, České Budějovice, 1997.  
Herout P.: Borland C++ Návod k použití, České Budějovice, Kopp, 1994.  
Eckel B.: Myslíme v jazyku C++, Praha Grada 2000.

### **Programování v IDL** 1/1 Z — EVF088

Kurz práce v IDL (Interactive Data Language) v počítačové učebně Trója. Práce ve vývojovém prostředí IDL. Základní programové konstrukce, deklarace proměnných, funkcí a procedur, datové formáty. 2D a 3D grafika, práce s barvou, fonty, tisk. Matematické algoritmy v IDL - příklady interpolace dat, fitování křivek a ploch, filtrace, možnosti analýzy signálu a zpracování obrazu, statistika. Další možnosti IDL - animace, zobrazení objemu, užití map a zeměpisných projekcí. Vytváření aplikací s grafickým uživatelským rozhraním. Přenositelnost na jiné platformy, integrace s dalšími programovacími jazyky.

Literatura: Firemní dokumentace k programu IDL, Research Systems Inc.  
Fanning D. W.: IDL Programming Techniques, 2 nd ed., 2000.

### **Technologie počítačových sítí** 2/0 Zk — PRF012

Historie propojování počítačů. Standardy pro komunikaci v počítačových sítích; model OSI. Reprezentace a kódování dat přenášených na přenosovém mediu. Časový a frekvenční multiplex. Nejpoužívanější topologie propojení počítačů. Základní součásti pro propojování sítí: repeater, bridge, router, gateway. Komunikace po veřejné telefonní síti; modem. Hardwarová rozhraní: RS-232C, Ethernet, Token Ring, ARCnet, LocalTalk, FDDI, základní charakteristiky. Vybrané datové protokoly: IPX/SPX, TCP/IP.

Literatura: Novell-NetWare 4.0, úplný průvodce, GRADA Pavel Šmrha, Vladimír Rudolf, Internetworking, KOPP

#### **Fortran 90/95 pro fyziky** — 1/1 Z EVF...

Programovací jazyk FORTRAN 90/95, odlišnosti jazyka FORTRAN 77. Knihovny podprogramů pro numerické výpočty, grafiku a vizualizaci dat. Implementace základních algoritmů počítačové fyziky v jazyku FORTRAN.

Literatura: Zahradník V.: Programování FORTRAN 90, skripta CVUT Praha, 1996.

Metcalf M., Reid J.: FORTRAN 90 Explained, Oxford Science Publication, Oxford 1992.

#### **Úvod do fyziky plazmatu a počítačové fyziky** 2/0 2/0 Zk FYM012

Základy počítačové fyziky. Charakteristika a typy plazmatu. Teoretický popis plazmatu. Elementární procesy a transportní jevy. Částicové a spojitě modelování ve fyzice plazmatu.

Literatura: Galeev A. A., Sudan R. N.: Basic Plasma Physics, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-New York-Oxford, 1983.

Birdsall L. K., Langdon A. B.: Plasma Physics via Computer Simulation, IOP-Publishing Ltd. 1991.

## **8. Biofyzika a chemická fyzika**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor biofyzika a chemická fyzika**

#### **Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — BCM...

Základní principy a obecný formalismus. Schrödingerova rovnice, jednočásticové a dvoučásticové problémy. Systémy identických částic. Invariantnost a zákony zachování. Přibližné metody. Teorie srážek. Jednočásticové relativistické vlnové rovnice.

Literatura: Davydov, Kvantovaja mechanika, GIFML, 1963 (existuje český překlad)

Landau, J.M. Lifšic, Kvantovaja mechanika, NAUKA, 1974

Schiff, Quantum Mechanics, McGraw Hill 1955

Formánek, Úvod do kvantové teorie, Academia 1983

#### **Kvantová teorie II** — 3/2 Z,Zk BCM...

Základní principy a obecný formalismus. Schrödingerova rovnice, jednočásticové a dvoučásticové problémy. Systémy identických částic. Invariantnost a zákony zachování. Přibližné metody. Teorie srážek. Jednočásticové relativistické vlnové rovnice.

Literatura: Davydov, Kvantovaja mechanika, GIFML, 1963 (existuje český překlad)

Landau, J.M. Lifšic, Kvantovaja mechanika, NAUKA, 1974

Schiff, Quantum Mechanics, McGraw Hill 1955

Formánek, Úvod do kvantové teorie, Academia 1983

#### **Kvantová teorie molekul** — 3/2 Z,Zk BCM039

Bornova-Oppenheimerova a adiabatická aproximace. Hückelova metoda. Hartreeho, Hartreeho-Fockovy a Roothaanovy rovnice. Semiempirické a ab initio metody kvantové chemie. Korelační energie. Symetrie. Mezimolekulární interakce. Polarizovatelnost. Kmity molekul. Chemická reaktivita.

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

L. Skála: Kvantová teorie molekul. Univerzita Karlova, Praha 1994

**Obecná chemie** — 2/1 Z,Zk BCM035

Atomová a molekulová hmotnost, isotopy, ekvivalent, sytnost, vaznost. Roztoky, koncentrace, stechiometrické výpočty. Stavové funkce, parciální molární veličiny, chemický potenciál. Fázové rovnováhy, chemické rovnováhy, rovnovážná konstanta, vliv teploty, atd.

Literatura: Vacík J. Obecná chemie, SPN Praha 1986  
Moore W.J. Fyzikální chemie, SNTL Praha 1979  
Gažo J. Všeobecná a anorganická chemie, ALFA Bratislava 1974.  
Bareš J., Černý Č., Fried V., Pick J. Příklady z fyzikální chemie, SNTL Praha 1979  
Cotton F.A., Wilkinson G. Anorganická chemie, Academia Praha 1973

**Experimentální metody biofyziky II** — 3/0 Zk BCM084

Metody magnetické rezonance. Fenomenologický popis. Magnetická interakce jader a elektronů, kvadrupólová interakce. Spektra NMR vysokého rozlišení.

Literatura: Prosser V., a kol.: Experimentální metody biofyziky (kap.7.), Academia Praha 1989  
Englich J., Sedlák B., Pilař J.: Experimentální metody biofyziky II, skriptum MFF UK, Praha 1984

**Úvod do problémů současné biofyziky** — 0/2 Z BCM094

Biofyzika v rámci přírodních věd, vývoj biofyziky, základní koncepty molekulární genetiky, nová chemoterapeutika, metody fluorescenčních sond, struktura a funkce biologických membrán, spektroskopická studie kvasinek, laserová Ramanova spektroskopie ve výzkumu biomolekul.

Literatura: Prosser V., a kol.: Experimentální metody biofyziky (kap.7.), Academia Praha 1989  
Englich J., Sedlák B., Pilař J.: Experimentální metody biofyziky II, skriptum MFF UK, Praha 1984

**Numerické metody zpracování experimentálních dat** — 2/0 Zk MAF035

Základní i pokročilé numerické metody - řešení lineárních a nelineárních rovnic, numerická kvadratura, metoda nejmenších čtverců, Fourierova transformace, metody Monte Carlo, dekonvoluce, faktorová analýza. Aplikace na experimentální data.

Literatura: F.S. Acton, Numerical Methods That Work, Mathematical Association of America, 1990.  
U.M. Ascher, L.R. Petzold, Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM, 1998.  
B. Fornberg, A Practical Guide to Pseudospectral Methods, Cambridge University Press, 1996.  
M. Metcalf, J. Reid, Fortran 90/95 Explained, Oxford Science Publ., 1998.  
S. Míka, Numerické metody algebry, SNTL, 1985.  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press, 1996. (Viz též <http://www.nr.com>)  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing, Cambridge University Press, 1996.

**1. rok studia****Bioorganická chemie** 2/1 Z,Zk — BCM010

Základy organické chemie a chemie nejdůležitějších metabolitů, cukry, bílkoviny, tuky, enzymy a base NK.

Literatura: P. Karlson Základy biochemie, Academia, Praha, 1981  
J.Pacák Poznáváme organickou chemii, SNTL, Praha, 1989  
Lékařská chemie a biochemie, ed. A.Němečková, Avicenum, Praha, 1991

**Rentgenová strukturní analýza biomolekul** 2/0 Zk — BCM098

Základy strukturní krystalografie a fyzikální základy difrakční analýzy krystalických, částečně uspořádaných a amorfních látek s důrazem na vztah struktury a vlastností a se zaměřením na aplikace metod strukturní analýzy v biofyzice, makromolekulární fyzice, chemické fyzice a krystalochemii.

Literatura: J. Chojnacki : Základy chemické a fyzikální krystalografie, Academia Praha 1979.  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč: Základy strukturní analýzy, Karolinum, Praha, 1992.  
I. Kraus : Úvod do strukturní rentgenografie, Academia, 1985.

### **Experimentální metody biofyziky III** 4/0 Zk — BCM002

Metody optické absorpční spektroskopie, chiroptické metody a luminiscence aplikované v biofyzikálním výzkumu

Literatura: O.Jelínek,P.Pančoška,J.Štěpánek: Metody optické spektroskopie, Academia, Praha 1989  
Parker C.A.: Photoluminescence of Solutions, Elsevier, Amsterdam (1986) - ruský překlad  
Fotoluminescencijskij rastvorov, Izd. nauka, Moskva (1972)  
Vacek K., Pantoflíček J., Jelínek O.: Luminiscence I a II, SPN Praha (1972)  
Jelínek O.: Experimentální metody biofyziky III - Luminiscence, SPN Praha (1983)  
Lakowicz J.R.: Principles of Fluorescence Spectroscopy, Plenum Press, New York (1983)

### **Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky I** 0/5 KZ — BCM095

Praktické seznámení se základními preparativními a měřicími metodami biofyziky - biochemická izolace, kultivace buněk, elektronová a optická mikroskopie, NMR spektroskopie vysokého rozlišení, elektronová absorpční spektroskopie.

Literatura: Zadání jednotlivých úloh.

### **Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky II** — 0/5 KZ BCM103

Praktické seznámení se základními preparativními a měřicími metodami biofyziky - biochemická izolace, kultivace buněk, elektronová a optická mikroskopie, NMR spektroskopie vysokého rozlišení, elektronová absorpční spektroskopie.

Literatura: Zadání jednotlivých úloh.

### **Seminář z biofyziky** 0/2 Z 0/2 Z BCM006

Aktuální problematika biofyziky, diplomové semináře studentů.

Literatura: Aktuální časopisecké články.

### **Biochemie** — 1/1 Zk BCM012

Základní metabolismy (biologická oxidace, metabolismus cukrů, tuků, bílkovin, fotosyntéza, cyklus kyseliny citronové, regulace metabolických pochodů).

Literatura: Lékařská chemie a biochemie (ed. A. Němečková), Avicenum, Praha 1991  
P. Karlson: Základy biochemie, Academia, Praha, 1981  
J. Musil, O. Nováková: Biochemie v obrazech a schemech, Avicenum, Praha, 1990  
J. Košťál Biochemie známá a neznámá, Avicenum, Praha, 1980  
Z. Šípal, P. Anzenbacher, P. Pěč, J. Pospíšil, J. Růžička: Biochemie, SPN, Praha, 1992  
D. Voet, J.G. Voetová: Biochemie, Victoria publ., Praha, 1995

### **Molekulární spektroskopie I** 2/0 Zk — BCM086

Přehled hlavních spektroskopických metod. Atomová a molekulární spektra, NMR, NQR, ESR, M#ssbauerova a mikrovlnná spektroskopie. Elektronová spektroskopie organických molekul. Aplikované teoretické závěry. Vlastnosti a deaktivace excitovaných stavů.

Literatura: M. Horák, D. Papoušek: Infračervená spektra a struktura molekul, Academia 1976 Praha  
D. Papoušek, M.R. Aliev: MOLECULAR VIBRATIONAL - ROTATIONAL SPECTRA, Academia 1982 Praha  
M. Nepraš, M. Titz: Základy teorie elektronových spekter, SNTL 1983 Praha

V. Prosser a kol. Experimentální metody biofyziky, Academia 1989 Praha  
K.N.Solovyev, L.L. Gladkov, A.S. Staruchin, S.F. Shkirman: SPEKTROSKOPIJA PORFIRINOV:  
KOLEBATĚLNYJE SOSTOJANIJA, Nauka i Technika, Minsk 1985 (vybrané kapitoly)  
J. Hála: Nízkoteplotní optická spektroskopie chlorofylu a jemu podobných molekul, Academia 1989  
Praha

### **Molekulární spektroskopie II** — 2/0 Zk BCM087

Vysoce rozlišená infračervená a Ramanova spektroskopie. Využití při vibrační analýze, frekvence normálních vibrací porfyrinů a fotosyntetických systémů. Vibračně rozlišená Špolského a site selektivní spektroskopie. Relaxační procesy a homogenní šířka optického přechodu. Časově rozlišená spektroskopie (ns, ps, fs) Využití při studiu přenosu energie a transportu náboje. Vypalování spektrální díry (hole burning). Fotonové echo.

Literatura: M. Horák, D. Papoušek: Infračervená spektra a struktura molekul, Academia 1976 Praha  
D. Papoušek, M.R. Aliev: MOLECULAR VIBRATIONAL - ROTATIONAL SPECTRA, Academia 1982 Praha  
M. Nepraš, M. Titz: Základy teorie elektronových spekter, SNTL 1983 Praha  
V. Prosser a kol. Experimentální metody biofyziky, Academia 1989 Praha  
K.N.Solovyev, L.L. Gladkov, A.S. Staruchin, S.F. Shkirman: SPEKTROSKOPIJA PORFIRINOV:  
KOLEBATĚLNYJE SOSTOJANIJA, Nauka i Technika, Minsk 1985 (vybrané kapitoly)  
J. Hála: Nízkoteplotní optická spektroskopie chlorofylu a jemu podobných molekul, Academia 1989  
Praha

### **Symetrie molekul** — 2/0 Zk BCM027

Analýza symetrie kvantových systémů pomocí teorie grup. Grupy symetrie a jejich representace. Zákony zachování. Symetrizované vlnové funkce. Faktorizace Hamiltoniánu. Klasifikace kvantových stavů podle symetrie. Výběrová pravidla. Štěpení hladin při snížení symetrie. Aplikace při studiu elektronových a vibračních stavů molekul.

Literatura: Elliott J.P., Dawber P.G.: Symmetry in Physics 1, 2. The Macmillan Press, London 1979  
Fišer J.: Úvod do molekulové symetrie. SNTL, Praha 1980  
Flurry R.L.: Symmetry Groups. Theory and Chemical Applications. Prentice-Hall, Englewood Cliffs 1980  
Landau L.D., Lifšic E.M.: Kvantovaja mechanika. Kap XII a XIII. Nauka, Moskva 1974  
Ljubarskij G.J.: Teorija grupp i jeje primenenije v fizike. Fizmatgiz, Moskva 1958

**Seminář** 0/2 Z 0/2 Z

## **2. rok studia**

### **Molekulární biofyzika** 3/0 Zk — BCM008

Přenos genetické informace, Centrální dogma molekulární biologie, DNA, RNA, bílkoviny, enzymy - úloha. Genové inženýrství. Klonování DNA. Rekombinace in vitro. Genová exprese fragmentů.

Literatura: Alberts B, Základy buněčné biologie, Espero, 2001

### **Seminář z biofyziky** 0/2 Z 0/2 Z BCM006

Aktuální problematika biofyziky, diplomové semináře studentů.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

### **Seminář** 0/2 Z 0/2 Z

Aktuální problematika biofyziky, diplomové semináře studentů.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

## **Předměty výběrové povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor biofyzika a chemická fyzika**

### **1. rok studia**

#### **Experimentální metody biofyziky IV — 2/0 Zk BCM003**

Základy bioenergetických procesů v buňce: termodynamika biochemických reakcí, enzymová katalýza a regulace, membránový transport, dýchací řetězec, fotosyntéza, nervové buňky a přenos elektrických signálů, proces vidění, aktivní pohyb.

- Literatura: O.Jelínek,P.Pančoška,J.Štěpánek: Metody optické spektroskopie, Academia, Praha 1989  
Parker C.A.: Photoluminescence of Solutions, Elsevier, Amsterdam (1986) - ruský překlad  
Fotoluminescencijskaja rastvorov, Izd. nauka, Moskva (1972)  
Vacek K., Pantoflíček J., Jelínek O.: Luminiscence I a II, SPN Praha (1972)  
Jelínek O.: Experimentální metody biofyziky III - Luminiscence, SPN Praha (1983)  
Lakowicz J.R.: Principles of Fluorescence Spectroscopy, Plenum Press, New York (1983)

#### **Biofyzika fotosyntézy — 2/0 Zk BCM088**

Význam fotosyntézy v přírodě. Historie získávání poznatků o fotosyntéze. Fotosyntetický aparát. Absorbce světla - fotosystém I a II. Přenos elektronů a fosforylace. Fixace oxidu uhličitého. Bakteriální fotosyntéza. Přehled využití biofyzikálních metod ve výzkumu fotosyntetických systémů.

- Literatura: W.A. Cramer, D.B. Knaff: Energy Transduction in Biological Membranes, 1986  
R.P.F. Gregory: Biochemistry of Photosynthesis, 3rd. Edition, J. Wiley, Chichester, 1986  
J. Ames: Photosynthesis, 1989  
I. Šetlík, J. Hála: Biofyzika fotosyntézy, rukopis skript

#### **Rozptylové metody v optické spektroskopii — 2/0 Zk OOE012**

Spektroskopické metody kvazielastického, Brillouinova a Ramanova rozptylu a jejich aplikace při studiu anorganických, organických a biologických látek.Rezonanční a povrchově zesílený Ramanův rozptyl.Ramanova spektroskopie nelineární a časově rozlišená.

- Literatura: Prosser V. a kol.: Experimentální metody biofyziky (kapitola 6 - Metody optické spektroskopie), Academia, Praha 1989  
Fišer J.: Úvod do molekulové symetrie (vybrané kapitoly), SNTL, Praha 1980  
Demtröder W: Laser spectroscopy (kapitola 4 a 9), Springer, Berlin 1981  
Methods of Experimental Physics vol. 20: Biophysics (Ehrenstein G, and Lecar H., Eds.) (kapitola 3 až 7), Academic Press, New York 1982

#### **Exkurze — 0/1 Z OOE014**

Odborná týdenní exkurze po vědecko-pedagogických pracovištích u nás i v zahraničí, koná se každý sudý rok.

Literatura: Podle zadání vedoucího exkurze

#### **Seminář — 0/1 Z OOE015**

Probíhá v týdenním soustředění každý lichý rok. Obsah specifický podle vědeckých programů obou směrů.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

#### **Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky I 0/5 KZ — BCM095**

Praktické seznámení se základními preparativními a měřicími metodami biofyziky - biochemická izolace, kultivace buněk, elektronová a optická mikroskopie, NMR spektroskopie vysokého rozlišení, elektronová absorpční spektroskopie.

Literatura: Zadání jednotlivých úloh.

**Praktikum z experimentálních metod biofyziky a chemické fyziky II** — 0/5 KZ BCM103

Praktické seznámení se základními preparativními a měřicími metodami biofyziky - biochemická izolace, kultivace buněk, elektronová a optická mikroskopie, NMR spektroskopie vysokého rozlišení, elektronová absorpční spektroskopie.

Literatura: Zadání jednotlivých úloh.

**Molekulární simulace v chemické fyzice** 2/1 Z,Zk — BCM055

Použití empirických silových polí k popisu krystalového pole - molekulární mechanika. Anharmonicitu krystalového potenciálu a symetrie vazeb, tepelný pohyb atomů - molekulární dynamika. Predikce struktur a vlastností na základě kombinace modelování a experimentu (rtg. difrakce a IČ spektroskopie). Modelování struktur molekul a polymerů. Modelování struktur krystalů a krystalových struktur. Využití v materiálovém výzkumu: reakce v pevné fázi - interkalace, sorpce. Jevy na rozhraní fází a na povrchích. Studium struktur polymerních sítí a kapalných krystalů. Studium konformačního chování molekul a vztah k biologické aktivitě. Z důvodů kapacity počítačové laboratoře probíhá v obou semestrech.

Literatura: Manuály k programům.

**Ab initio výpočty v chemii a biochemii** 3/2 Z,Zk — BCM050

Cílem tohoto cyklu přednášek je poskytnout ucelený pohled na současné možnosti výpočetní kvantové chemie v oblasti elektronových vlastností od základní SCF aproximace až po vysoce sofistikované výpočty korelační energie aplikované na chemické a biochemické problémy.

Literatura: Zahradník R., Polák R. Základy kvantové chemie, SNTL Praha 19  
Čárský P., Urban M. Ab initio výpočty v chemii, SNTL Praha 1985  
Fišer J. Úvod do kvantové chemie, Academia Praha 1983  
Fišer J. Úvod do molekulové symetrie (Aplikace teorie grup v chemii), SNTL Praha 1980  
Hobaz P., Zahradník R. Mezimolekulové komplexy, Academia Praha 1988  
Dyall K.G. Introduction to Relativistic Quantum Chemistry, A Course for Graduate Students, Odense University, 1995

**Teoretické základy molekulární spektroskopie** 2/1 Z,Zk — BCM031

Interakce látky s elmg. polem v druhém kvantování. Einsteinovy koeficienty - zavedení fenomenologické a z druhého kvantování. Dipólová a vyšší multipólové aproximace. Tvar spektrální čáry izolované molekuly. Tvar spektrální čáry systému ovlivněného měřením. Vliv interakcí na spektrální čáru. Výběrová pravidla.

Literatura: A. S. Davydov: Kvantová mechanika, SPN, Praha, 1978  
J. Formánek: Úvod do kvantové mechaniky, Academia, Praha, 1983  
H. Haken: Kvantovopolořová teória tuhých látok, Alfa, Bratislava, 1987.  
H. Haken, H. Ch. Wolf: Molecular Physics and Elements of Quantum Chemistry, Springer, Berlin, 1995  
W. Demtröder: Laser Spectroscopy, Springer, Berlin, 1996

**Rentgenová strukturální analýza a elektronová mikroskopie** 2/0 Zk — FPL025

Krystalografie. Symetrie vláknitých molekul a sférických virů. Studium struktury molekul a biologických objektů rtg difrakcí a elektronovou mikroskopií.

Literatura: V. Prosser a kol.: Experimentální metody biofyziky, Academia, Praha 1989  
V. Valvoda: Základy krystalografie, SPN Praha 1982  
V. Valvoda: Rentgenová strukturální analýza, SPN, Praha 1982  
V. Valvoda, M. Polcarová, P. Lukáč : Základy strukturální analýzy, Karolinum. Praha 1992

**Praktická cvičení z kvantové chemie** — 0/3 Z BCM099

Cvičení jsou určena k hlubšímu pochopení a praktickému zvládnutí moderních kvantově chemických metod. Je vhodné, aby studenti měli předběžné znalosti z kvantové chemie v rozsahu přednášky BCM050 Ab initio metody v kvantové chemii a biochemii.

Literatura: Zahradník R., Polák R. Základy kvantové chemie, SNTL Praha 19  
Čárský P., Urban M. Ab initio výpočty v chemii, SNTL Praha 1985  
Fišer J. Úvod do kvantové chemie, Academia Praha 1983  
Fišer J. Úvod do molekulové symetrie (Aplikace teorie grup v chemii), SNTL Praha 1980  
Hobaz P., Zahradník R. Mezimolekulové komplexy, Academia Praha 1988  
Dyall K.G. Introduction to Relativistic Quantum Chemistry, A Course for Graduate Students, Odense University, 1995  
Manuály k programům.

## 2. rok studia

### **Přenos energie v biosystémech** 2/0 Zk — BCM004

Základy bioenergetických procesů v buňce: termodynamika biochemických reakcí, enzymová katalýza a regulace, membránový transport, dýchací řetězec, fotosyntéza, nervové buňky a přenos elektrických signálů, proces vidění, aktivní pohyb.

Literatura: P. W. Atkins: Physical chemistry (také rusky), 1986  
A. Losche: Molekulphysik (také rusky) 1984, 1987  
R. Brdička, J. Dvořák: Základy fyzikální chemie, 1977  
V. C. Letochov: Lazernaja fotoionizacionnaja spektroskopija, 1987  
W.A. Cramer, D.B. Knaff: Energy Transduction in Biological Membranes, 1986  
R.P.F. Gregory: Biochemistry of Photosynthesis, 3rd. Edition, J. Wiley, Chichester, 1986  
J. Ames: Photosynthesis, 1989

### **Struktura, dynamika a funkce biologických membrán** 2/0 Zk — BCM014

Struktura a složení biomembrán. Membránové lipidy. Membránové proteiny. Topografie membrán. Lipid-proteinové interakce. Interakce malých molekul s membránami. Elektrické vlastnosti membrán, membránový potenciál. Póry, kanály a přenašeče. Fúze membrán. Spektroskopie biologických membrán. Biogeneze membrán.

Literatura: Alberts B, Základy buněčné spektroskopie, Espero, 2001

### **Význam a funkce kovových iontů v biologických systémech** 2/0 Zk — BCM023

Anorganické prvky v živých systémech, výskyt a funkce. Esencialita a toxicita kovů. Komplexní ionty přechodových kovů. Interakce kovů s porfyriny a nukleovými kyselinami. Metabolismus nejvýznamnějších kovů (Fe, Cu, Zn, Ni) a nejvýznamnější enzymy obsahující stopové prvky. Chemoterapeutika s některými neesenciálními kovy.

Literatura: W. Kaim, B. Schwederski Bioinorganic Chemistry: Inorganic Element in the Chemistry of Life, J. Wiley, Chichester, 1994

### **Detekce a spektroskopie jednotlivých molekul** 2/0 Zk — BCM101

Teoretické základy optické spektroskopie kondenzovaného stavu; statistický soubor vs. jednotlivé kvantové struktury. Experimentální techniky detekce jednotlivých kvantových struktur: nízkoteplotní vysocerozlišená spektroskopie; konfokální a near-field mikroskopie a spektroskopie při nízkých a pokojových teplotách; časově rozlišené metody; další techniky (Ramanův rozptyl, nelineární optické metody). Aplikace: fyzika a chemie jednotlivých organických molekul; jednotlivé kvantové tečky a struktury kvantových teček polovodičů; fyzikální a chemické procesy na jednotlivých molekulách a komplexech v biologických membránách; aplikace v analytické chemii.

Literatura: Prosser V. a kol.: Experimentální metody biofyziky (kapitola 6 - Metody optické spektroskopie), Academia, Praha 1989  
Fišer J.: Úvod do molekulové symetrie (vybrané kapitoly), SNTL, Praha 1980  
Demtröder W: Laser spectroscopy, Springer, Berlin 1981  
Methods of Experimental Physics vol. 20: Biophysics (Ehrenstein G, and Lecar H., Eds.) Academic Press, New York 1982

### **Základy klasické radiometrie a fotometrie** 2/0 Zk — BCM102

Zavedení základních pojmů fenomenologické radiometrie: energie záření, výkon (tok) záření, radiance (zář) zdroje a pole záření, irradiance (intenzita ozáření), směrová intenzita atd. Zavedení příslušných spektrálních veličin. Formulace základních předpokladů, na kterých je klasická radiometrie vybudována. Role geometrické optiky při budování fenomenologické radiometrie, vektor záření a jeho integrální charakteristiky při popisu záření v daném bodě prostoru; odvození rovnice přenosu záření v homogenním a izotropním prostředí. Elementární řešení rovnice přenosu a jeho aplikace na jednoduché případy: bodový, plošný a lineární zdroj. Analogie bodového zdroje s bodovým nábojem: kosinové (Lambertovské) zdroje, přenos záření od zdroje k detektoru, aproximace radiance v obrazu optického systému, numerická apertura a F-číslo. Absolutní měření optického záření: absolutní přesnost a traceabilita, typy chyb při měření. Absolutní zdroje: černé těleso, synchrotronové záření, kalibrace přenosných přístrojů, absolutní detektory a jejich nelinearity. Přenositelnost všech zavedených pojmů a veličin do oblasti fotometrie, fotometrické jednotky. Přednáška je primárně koncipována pro obory BF, CHFO, FPY. Je otevřena i zájemcům z oblastí optoelektroniky a fyziky pevných látek.

Literatura: Prosser V. a kol.: Experimentální metody biofyziky (kapitola 6 - Metody optické spektroskopie), Academia, Praha 1989  
Fišer J.: Úvod do molekulové symetrie (vybrané kapitoly), SNTL, Praha 1980  
Demtröder W: Laser spectroscopy, Springer, Berlin 1981  
Methods of Experimental Physics vol. 20: Biophysics (Ehrenstein G, and Lecar H., Eds.) Academic Press, New York 1982

#### **Klasická a kvantová molekulová dynamika 2/0 Zk — BCM051**

Modelování dynamických procesů v molekulách, klastrech a kondenzované fázi. Klasická molekulová dynamika. Kvantová dynamika. Aproximativní přístupy pro mnohačasticové systémy. Modelování spekter.

Literatura: M. P. Allen a D. J. Tildesley: Computer simulations of liquids, Clarendon Press, Oxford, 1991  
D. Chandler: Statistical mechanics, Oxford University Press, New York, 1988  
R. B. Gerber, R. Kosloff a M. Berman, Comp. Phys. Rep. 5 (1986) 59  
C. Leforestier a kol., J. Comp. Phys. 94 (1991) 59  
R. B. Gerber a M. A. Ratner, Adv. Chem. Phys. 70 (1988) 97  
P. Jungwirth a R. B. Gerber, J. Chem. Phys. 102 (1995) 6046

#### **Úvod do nelineární fyziky a synergetiky 2/0 2/0 Zk OOE022**

Nelineární evoluční rovnice se solitonovým řešením. Aplikace -- Todovy mřížky, molekulární řetězec a Davydovovy solitony, optická autofokuse a optické solitony. Solitony a koherentní vibrace. Manleyho-Rowovy relace. Dissipativní nerovnovážné systémy, autovlny a autosolitony. Základy teorie samoregulace.

Literatura: Haken, H: Synergetics. An Introduction. Springer, Berlin, 1983

#### **Výpočetní experimenty v teorii molekul — 0/4 KZ BCM100**

Posluchači se seznámí a vyzkouší si práci se širokou škálou výpočetních nástrojů sahajících od kvantově mechanických a kvantově chemických metod až po empirické - molekulárně mechanické a molekulárně dynamické simulace.

Literatura: Manuály k programům

### **Doporučené výběrové předměty pro obor biofyzika a chemická fyzika**

#### **1. rok studia**

##### **Biofyzika fotosyntézy — 2/0 Zk BCM088**

Význam fotosyntézy v přírodě. Historie získávání poznatků o fotosyntéze. Fotosyntetický aparát. Absorbce světla - fotosystém I a II. Přenos elektronů a fosforylace. Fixace oxidu uhličitého. Bakteriální fotosyntéza. Přehled využití biofyzikálních metod ve výzkumu fotosyntetických systémů.

Literatura: W.A. Cramer, D.B. Knaff: Energy Transduction in Biological Membranes, 1986  
R.P.F. Gregory: Biochemistry of Photosynthesis, 3rd. Edition, J. Wiley, Chichester, 1986  
J. Ames: Photosynthesis, 1989

## 9. Jaderná a subjaderná fyzika

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor jaderná a subjaderná fyzika

#### **Kvantová mechanika I** 4/2 Z,Zk — OFY045

Základní principy a obecný formalismus. Schrödingerova rovnice, jednočásticové a dvoučásticové problémy. Systémy identických částic. Invariantnost a zákony zachování. Přibližné metody. Teorie srážek. Jednočásticové relativistické vlnové rovnice.

Literatura: Davydov, Kvantovaja mechanika, GIFML, 1963 (existuje český překlad)  
Landau, J.M. Lifšic, Kvantovaja mechanika, NAUKA, 1974  
Schiff, Quantum Mechanics, McGraw Hill 1955  
Formánek, Úvod do kvantové teorie, Academia 1983

#### **Kvantová mechanika II** — 4/2 Z,Zk OFY046

Základní principy a obecný formalismus. Schrödingerova rovnice, jednočásticové a dvoučásticové problémy. Systémy identických částic. Invariantnost a zákony zachování. Přibližné metody. Teorie srážek. Jednočásticové relativistické vlnové rovnice.

Literatura: Davydov, Kvantovaja mechanika, GIFML, 1963 (existuje český překlad)  
Landau, J.M. Lifšic, Kvantovaja mechanika, NAUKA, 1974  
Schiff, Quantum Mechanics, McGraw Hill 1955  
Formánek, Úvod do kvantové teorie, Academia 1983

#### **Kvantová mechanika I** 4/2 Z,Zk — JSF094

Základní principy a obecný formalismus kvantové teorie. Schroedingerova rovnice. Jednočásticové a dvoučásticové problémy v nerelativistické kvantové mechanice. Časový vývoj.

Literatura: J.J. Sakurai: Modern quantum mechanics (Addison-Wesley 1994)  
J. Formánek: Úvod do kvantové teorie (Academia 1983)

#### **Kvantová mechanika II** — 4/2 Z,Zk JSF095

Přibližné metody. Základy teorie rozptylu. Symetrie v kvantové teorii. Systémy stejných částic.

Literatura: J.J. Sakurai: Modern quantum mechanics (Addison-Wesley 1994)  
J. Formánek: Úvod do kvantové teorie (Academia 1983)

#### **Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — JSF060

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

#### **Kvantová teorie II** — 4/2 Z,Zk JSF061

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

**Fyzika jádra** — 3/1 Z,Zk JSF064

Základní charakteristiky atomového jádra. Jaderné síly. Přeměny atomových jader. Jaderné reakce. Jaderné modely. Neutronová fyzika.

Literatura: Meyerhof W: Elements of Nucl. Physics, Mc Graw Hill comp.,1987  
Meyer-Kuckuk T.: Fyzika atomového jádra, SNTL 1979  
Blanc J.: Nouveau particules, reacteurs nucleire, 1987  
Frauenfelder H., Henley E: Subatomic physics, 1974  
Preston M. A. Fyzika jádra, 1965

**Experimentální metody jaderné a subjaderné fyziky** — 4/0 Zk JSF026

Fyzikální procesy při průchodu záření látkou. Detekce a spektrometrie jaderného záření. Základní typy experimentů v jaderné fyzice.

Literatura: William R. Leo: Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments, Springer-Verlag (1987).  
Glen F. Knoll: Radiation detection and measurement, John Wiley&Sons (1979, 1989).  
I. Úlehla, M. Suk, Z. Trka: Atomy jádra částice, Academia Praha 1990.

**Praktikum z jaderné fyziky** — 0/4 KZ JSF006

Praktikum navazující na Fyzikální praktikum IV (OFY030). Úlohy slouží k rozšíření a prohloubení znalostí základních měřících metod používaných ve fyzice jader a částic.

Literatura: Texty a návody k jednotlivým úlohám

**Metody zpracování fyzikálních měření** — 2/0 Zk OFY034

Základní pojmy pravděpodobnosti, náhodná veličina, rozdělení pravděpodobnosti. Odhady parametrů rozdělení, testy hypotéz, modelování metodou Monte Carlo, základní manipulace s experimentálními daty.

Literatura: Literatura: F.S. Acton, Numerical Methods That Work, Mathematical Association of America, 1990.  
U.M. Ascher, L.R. Petzold, Computer Methods for Ordinary Differential Equations and Differential-Algebraic Equations, SIAM, 1998.  
B. Fornberg, A Practical Guide to Pseudospectral Methods, Cambridge University Press, 1996.  
M. Metcalf, J. Reid, Fortran 90/95 Explained, Oxford Science Publ., 1998.  
S. Míka, Numerické metody algebry, SNTL, 1985.  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 77: The Art of Scientific Computing, Second Edition, Cambridge University Press, 1996. (Viz též <http://www.nr.com>)  
W.H. Press, S.A. Teukolsky, W.T. Vetterling, B.P. Flannery, Numerical Recipes in Fortran 90: The Art of Parallel Scientific Computing, Cambridge University Press, 1996.

**1. rok studia****Teorie jádra a jaderných reakcí I** 4/0 Zk — JSF037

Teorie elmag.přechodů v jádře, základní vlastnosti jader, symetrie jaderného hamiltoniánu, jaderné síly, Hartree-Fock-Bogoljubovovy metody v jaderné fyzice, střední pole a zbytkové interakce (kolektivní pohyby v jádře), beta a alfa přechody v jádře.

Literatura: Peter Ring, Peter Schuck: The Nuclear Many-Body Problem, Springer Verlag, Berlin, 1980  
V.G.Solovjev: Teorija Složnych Jadër, Nauka Moskva, 1970  
K.Heyle: The Nuclear Shell Model, Springer Verlag, Berlin, 1990  
M.A.Preston: Fyzika jádra, Academia Praha, 1972Nauka Moskva, 1970  
K.Heyle: The Nuclear Shell Model, Springer Verlag, Berlin, 1990  
M.A.Preston: Fyzika jádra, Academia Praha, 1972

**Aplikovaná jaderná fyzika** 4/0 Zk — JSF041

Využití účinků jaderného záření a radioaktivity. Jaderné metody prvkové a strukturní analýzy, určování hyperjemných polí, tomografie. Základy neutronové a reaktorové fyziky. Základy dozimetrie a ochrany před zářením.

Literatura: K.Siegbahn (editor), Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy (North Holland, Amsterdam, 1965)  
D.Blan, Noyaux, particules. Reacteurs nucleaires (Masson, Paris, 1987), ruský překlad Jadra, částice, jadernye reaktory (Mir, Moskva, 1989)  
J.Šeda, Dozimetrie ionizujícího záření (SNTL/ALFA, Praha, 1983)  
P.Otčenášek, Základy konstrukce a funkce jaderných elektráren (Vydavatelství ČVUT, Praha, 1994)  
L.Musílek, Využití ionizujícího záření ve výzkumu (Ediční středisko ČVUT, Praha, 1992)

### **Fyzika elementárních částic** 3/1 Z,Zk — JSF065

Základní vlastnosti částic. Modely částic (SU(3), osminásobná cesta, kvarkový model). Interakce mezi částicemi (silné, elektromagnetické, slabé) a jejich sjednocení.

Literatura: R.H. Perkins: Introduction to High Energy Physics  
I.S. Hughes: Elementary Particles

### **Seminář částicové a jaderné fyziky I** 0/2 Z — JSF091

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

### **Seminář částicové a jaderné fyziky II** — 0/2 Z JSF092

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

### **Kvarky, partony a kvantová chromodynamika** — 2/2 Z,Zk JSF086

Kvarkový model hadronů. Partonový model a hluboký nepružný rozptyl leptonů na hadronech. Syntéza předchozích modelů v rámci kvantové teorie pole.

Literatura: Chýla: Quarks, partons and Quantum Chromodynamics, Skriptum MFF UK

### **Základy teorie elektroslabých interakcí** — 2/2 Z,Zk JSF085

Cesta k fenomenologické V-A teorii slabých interakcí. Idea sjednocení slabých a elektromagnetických interakcí. Neabelovské kalibrační pole a Higgsov mechanismus. Glashow-Weinberg-Salamův standardní model elektroslabých interakcí.

Literatura: P. Renton: Electroweak interactions (Cambridge Univ. Press, 1990)  
J. Hořejší: Fundamentals of electroweak theory (Karolinum, 2002)

## **2. rok studia**

### **Seminář částicové a jaderné fyziky I** 0/2 Z — JSF091

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

### **Seminář částicové a jaderné fyziky II** — 0/2 Z JSF092

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

## **Předměty výběrové povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor jaderná a subjaderná fyzika**

### **1. rok studia**

#### **Úvod do kvantové teorie pole** 3/1 Z,Zk — JSF014

Jednočásticové relativistické vlnové rovnice. Lagrangiány nekvantových polí. Kanonické kvantování. S matice. Kvantová elektrodynamika. Kvantová teorie záření, amplitudy binárních procesů, Feynmanovy diagramy. Renormalizace.

Literatura: Mandl, G. Shaw: Quantum Field Theory, J. Wiley & Sons, N.Y. 1988. Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory. McGraw-Hill 1980, Mir Moskva 1984  
J. D. Bjorken, S. D. Drell: Relativistic Quantum Mechanics, Relativistic Quantum Fields. McGraw-Hill 1964, 1965, Nauka Moskva 1978  
N. Boguljubov, D. V. Širkov: Vvedenije v teoriju kvantovannyh polej. Nauka Moskva 1984  
S. Schweber: An Introduction to Relativistic Quantum Field Theory. Row, Peterson 1961, IIL Moskva 1963  
Mandl, G. Shaw: Quantum Field Theory. Wiley 1995

#### **Kvantová teorie pole I** 4/2 Z,Zk — JSF062

Relativistická kvantová mechanika. Obecná kvantová teorie polí a její aplikace zejména v oblasti subjaderné fyziky.

Literatura: J. Formánek: Úvod do relativistické kvantové mechaniky a kvantové teorie pole I, IIa, Praha 2000  
J.D. Bjorken, S.D. Drel: Relativistic Quantum Mechanics. New York 1964.  
F.J. Ynduráin: Relativistic Quantum Meachnics and Introduction to Field Theory, Berlin 1996.  
C. Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory, New York 1980.  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I. Cambridge(1995)

#### **Laboratorní práce I** 0/3 Z — JSF087

Obsahem tohoto speciálního praktika je získávání informací pomocí počítačů, numerické i symbolické počítání, ilustrace pokročilých experimentálních nástrojů a praktická příprava fyzikální publikace.

Literatura: WWW, manuály k Excel, Word, Front Page, Mathematica, Latex, Corel Draw a dalším programům

#### **Kvantová teorie pole II** — 4/2 Z,Zk JSF098

Relativistická kvantová mechanika. Obecná kvantová teorie polí a její aplikace zejména v oblasti subjaderné fyziky.

Literatura: J. Formánek: Úvod do relativistické kvantové mechaniky a kvantové teorie pole IIa, IIb, Praha 2000  
J.D. Bjorken, S.D. Drel: Relativistic Quantum Fields. New York 1965.  
C. Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory, New York 1980.  
S.J. Chang: Introduction to Quantum Field Theory, Singapor (1990)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I. Cambridge (1995)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields II. Cambridge (1996)

### **2. rok studia**

#### **Proseminář částicové a jaderné fyziky I** 0/2 Z — JSF020

Seminář pojednává o aktuálních tématech experimentální i teoretické jaderné a subjaderné fyziky a o jejich aplikacích.

Literatura: D. Griffiths: Introduction to Elementary particles, Harper and Row Publ., New York, 1987  
B. Greene: Elegantní vesmír, Mladá fronta, Praha, 2001  
S. Weinberg: První tři minuty, Mladá fronta, Praha, 2000

**Proseminář částicové a jaderné fyziky II** — 0/2 Z JSF021

Literatura: D. Griffiths: Introduction to Elementary particles, Harper and Row Publ., New York, 1987  
B. Greene: Elegantní vesmír, Mladá fronta, Praha, 2001  
S. Weinberg: První tři minuty, Mladá fronta, Praha, 2000

**Kvarky, partony a kvantová chromodynamika** — 2/2 Z,Zk JSF086

Kvarkový model hadronů. Partonový model a hluboký nepružný rozptyl leptonů na hadronech. Syntéza předchozích modelů v rámci kvantové teorie pole.

Literatura: D. Griffiths: Introduction to Elementary particles, Harper and Row Publ., New York, 1987

**Základy teorie elektroslabých interakcí** — 2/2 Z,Zk JSF085

Cesta k fenomenologické V-A teorii slabých interakcí. Idea sjednocení slabých a elektromagnetických interakcí. Neabelovské kalibrační pole a Higgsov mechanismus. Glashow-Weinberg-Salamův standardní model elektroslabých interakcí.

Literatura: P. Renton: Electroweak interactions (Cambridge Univ. Press, 1990)  
J. Hořejší: Fundamentals of electroweak theory (Karolinum, 2002)

**Seminář částicové a jaderné fyziky I** 0/2 Z — JSF091

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

**Seminář částicové a jaderné fyziky II** — 0/2 Z JSF092

Společný seminář se sekci fyziky elementárních částic FZÚ AV ČR o problémech současné jaderné a subjaderné fyziky.

Literatura: [www.-hep.fzu.cz/Centrum](http://www.-hep.fzu.cz/Centrum)  
[www.-hep.fzu.cz/adventure](http://www.-hep.fzu.cz/adventure)

**Matematické metody kvantové teorie I** 2/0 Zk — JSF043

Lineární operátory v Hilbertových prostorech, relace neurčitosti, kanonické komutační relace, Stoneův teorém, algebry pozorovatelných, Schrodingerovy operátory.

Literatura: J. Blank, P. Exner, M. Havlíček: Lineární operátory v kvantové fyzice, Karolinum, Praha 1993

**Matematické metody kvantové teorie II** — 2/0 Zk JSF044

Lineární operátory v Hilbertových prostorech, relace neurčitosti, kanonické komutační relace, Stoneův teorém, algebry pozorovatelných, Schrodingerovy operátory.

Literatura: J. Blank, P. Exner, M. Havlíček: Lineární operátory v kvantové fyzice, Karolinum, Praha 1993

**Vybrané partie z kvantové teorie pole** — 2/1 Zk JSF054

Výpočty základních stavů kvantové elektrodynamiky v nejnižším řádu, radiační opravy a renormalizace.

Literatura: Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory. McGraw-Hill 1980, Mir Moskva 1984  
J. D. Bjorken, S. D. Drell: Relativistic Quantum Mechanics, Relativistic Quantum Fields. McGraw-Hill 1964, 1965, Nauka Moskva 1978  
N. N. Bogoljubov, D. V. Širkov: Vvedeniye v teoriju kvantovannykh polej. Nauka Moskva 1984

S. S. Schweber: An Introduction to Relativistic Quantum Field Theory. Row, Peterson 1961, IIL  
Moskva 1963  
F. Mandl, G. Shaw: Quantum Field Theory. Wiley 1995  
L. H. Ryder: Quantum Field Theory. Cambridge Univ. Press 1994

**Biologické účinky ionizujícího záření** 2/0 Zk — JSF008 Zrušit

Charakteristiky jednotlivých fází radiobiologického mechanismu v buňkách, popis modelových přístupů. Modelový řetězec, inaktivační účinky, křivka přežití. Význam daných modelů pro optimalizaci radioterapeutických postupů v léčbě nádorových onemocnění a pro radiační hygienu.

Literatura: K.Siegbahn (editor), Alpha-, Beta- and Gamma-Ray Spectroscopy (North Holland, Amsterdam, 1965)  
D.Blan, Noyaux, particules. Reacteurs nucleaires (Masson, Paris, 1987), ruský překlad Jadra, částice, jaderné reaktory (Mir, Moskva, 1989)  
J.Šeda, Dozimetrie ionizujícího záření (SNTL/ALFA, Praha, 1983)  
P.Otčenášek, Základy konstrukce a funkce jaderných elektráren (Vydavatelství ČVUT, Praha, 1994)  
L.Musílek, Využití ionizujícího záření ve výzkumu (Ediční středisko ČVUT, Praha, 1992)

**Jaderná a radiační bezpečnost** 2/0 Zk — JSF009

Základy teorie spolehlivosti a pojetí bezpečnosti. Hodnocení bezpečnosti. Od maximální přípustné havárie ke statistickému hodnocení bezpečnosti. Přírodovědné a intuitivní hodnocení rizika Jaderná bezpečnost při výrobě, využívání a skladování štěpných materiálů. Riziko fuzních systémů. Diagnostické metody a prostředky. Šumová analýza v diagnostice. Kritéria hodnocení diagnostických systémů. Měření dozimetrických veličin a jejich hodnocení. Dozimetrické systémy. Původ ionizujícího záření v životním prostředí. Přirozená a umělá radioaktivita a její zdroje.

Literatura: J.Sedláček: Teorie spolehlivosti složitých mechanických systémů, Ediční středisko ČVUT Praha, 1982  
P.Otčenášek : Nestacionární stavy jaderných reaktorů, Ediční středisko ČVUT, Praha 1982  
Š.Šaro, J.Tolgyessy: Radioaktivita prostředí, ALFA 1985

**Fyzika jaderných reaktorů** 2/1 Zk — JSF010

Charakteristiky štěpných a fuzních procesů. Komponenty jaderného reaktoru. Krátko-dobá kinetika jaderného reaktoru. Zpožděné neutrony a fotonutrony. Vliv Xe135 na kinetiku jaderného reaktoru. Změny vlastností jaderného paliva vyvolané dlouhodobým ozařováním. Teorie regulace reaktoru. Řízení štěpných reaktorů. Spolehlivost a bezpečnost provozu jaderných reaktorů. Havarijní analýza. Diagnostické systémy a jejich využití Jaderný palivový cyklus a jeho ukončení. Radioaktivní odpady a práce s nimi. Přijatelnost jaderné energetiky.

Literatura: P.Otčenášek: Základy konstrukce a funkce jaderných elektráren II. vydání, Vydavatelství ČVUT, 1994

**Vybrané partie ze subjaderné fyziky** 2/0 Zk — JSF063

Hadrony, jejich struktura a interakce. Fenomenologický popis interakcí při vysokých energiích. Rozbor současných experimentů na urychlovačích vstřícných svazků.

Literatura: D. Griffiths: Introduction to Elementary particles, Harper and Row Publ., New York, 1987

**Relativistická jaderná fyzika** 2/0 Zk — JSF022 Zrušit

Vybrané kapitoly z fyziky kosmického záření vysokých energií. Přednáška se věnuje především fyzice kosmického záření, jeho objevu a základním vlastnostem. Historicky tato oblast sehrála významnou úlohu jako zdroj vysokoenergetických částic, dosud nedosažených pomocí urychlovačů a vedla k významným objevům ve fyzice elementárních částic a astrofyzice.

Literatura: D. Griffiths: Introduction to Elementary particles, Harper and Row Publ., New York, 1987

**Radioanalytické metody** 2/0 Zk — JSF024

Přednáška podává elementární přehled o využití jaderných a jaderně-atomových procesů a metod experimentální jaderné fyziky pro analýzu složení a struktury látek v interdisciplinárním výzkumu.

- Literatura: V.Hnатовicz, Použití svazků nabitých částic pro analýzu látek, Čs.čas.fyz.34 (1984) 1-22  
 V.Hnатовicz, Analytické použití charakteristického záření X buzeného nabitými částicemi, Nové směry v analytické chemii. Sv.II,SNTL Praha 1984, str. 191-213  
 V.Hnатовicz, Analýza látek pružným rozptylem nabitých částic, Nové směry v analytické chemii, Sv.III, SNTL Praha 1989, str. 135 - 154  
 I.Obrusník, Neutronová aktivační analýza, Nové směry v analytické chemii, Sv.II, SNTL Praha 1984, str. 163 - 188  
 V.Hnатовicz, Jaderné analytické metody - možnosti a perspektivy, Chemické listy 82 (1988) 123

### **Laboratorní práce II** — 0/2 Z JSF088

Obsahem tohoto speciálního praktika je získávání informací pomocí počítačů, numerické i symbolické počítání, ilustrace pokročilých experimentálních nástrojů a praktická příprava fyzikální publikace.

Literatura: WWW, manuály k Excel, Word, Front Page, Mathematica, Latex, Corel Draw a dalším programům  
**Automatizace experimentu** 2/0 Zk — JSF067

Rekapitulace nutných poznatků z elektroniky. Základní pojmy a stavební prvky číslicové elektroniky. Mikroprocesor. Styk počítače s prostředím, struktura fyzikálního experimentu prováděného na urychlovači nabitých částic. Sběrníkové systémy CAMAC v laboratoři VDG urychlovače. Řídící a monitorovací činnost systému VMEbus na svazku urychlovače HERA v DESY Hamburg.

Literatura: Manuály k zařízením a programům

### **Urychlovače nabitých částic** 2/0 Zk — JSF070

Základní třídění urychlovačů, způsob urychlování, fokusace. Vedení svazků částic, emitance svazku. Lineární urychlovače: elektrostatické, vysokofrekvenční: s elektrodami, s nosnou vlnou. Cyklické urychlovače: betatron, cyklotron, modifikace cyklotronu (synchrociklotron, izochronní cyklotron), mikrotron. Fázová stabilita, samočinné fázování. Elektronový a protonový sychrotron. Silná fokusace. Urychlovače se silnou fokusací. Vstříčné svazky, cyklické a lineární urychlovače vstříčných svazků. Nové metody urychlování. Iontové zdroje. Supravodivé magnety. Ultravysoké vakuum.

- Literatura: M. Suk, Z. Trka, I. Úlehla: Atomy, jádra, částice,  
 S. Usačev: Experimentální jadrová fyzika, Alfa Bratislava, 1982  
 Č. Šimáně, M. Seidl: Urychlovače iontů a elektronů, SNTL, Praha 1959  
 W. Scharf: Particle Accelerators and their Uses, Harwood Academic, New York 1985  
 H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1993

### **Elektroslabé interakce II** 2/1 Zk — JSF072

Odvození standardního modelu z požadavku stromové unitarity. Trojúhelníkové anomálie. Renormalizovatelné kalibrace. Radiační korekce. Fenomenologie elektroslabých procesů.

Literatura: J. Hořejší: Introduction to electroweak unification (World Scientific 1994)

### **Detektory pro fyziku vysokých energií** 2/0 Zk — JSF075 Zrušit

Aparatury a systémy detektorů pro experimenty s elektronovými, neutrinovými a mionovými svazky. Aparatury pro měření totálního účinného průřezu, pružného rozptylu a pro regenerační a polarizační experimenty. Aparatury na hadronových svazcích. Aparatury a systémy detektorů na vstříčných svazcích elektronů a pozitronů a na proton-protonových colliderech.

- Literatura: Č. Šimáně, M. Seidl: Urychlovače iontů a elektronů, SNTL, Praha 1959  
 W. Scharf: Particle Accelerators and their Uses, Harwood Academic, New York 1985  
 H. Wiedemann: Particle Accelerator Physics, Springer-Verlag, Berlin Heidelberg 1993

### **Teorie jádra a jaderných reakcí II** — 2/2 Z,Zk JSF038

Aparatury a systémy detektorů pro experimenty s elektronovými, neutrinovými a mionovými svazky. Aparatury pro měření totálního účinného průřezu, pružného rozptylu a pro regenerační a polarizační experimenty. Aparatury na

hadronových svazcích. Aparatury a systémy detektorů na vstřicích svazcích elektronů a pozitronů a na proton-protonových colliderech.

Literatura: Peter Ring, Peter Schuck: The Nuclear Many-Body Problem, Springer Verlag, Berlin, 1980  
V.G.Solovjev: Teorie Složných Jadër, Nauka Moskva, 1970  
K.Heyle: The Nuclear Shell Model, Springer Verlag, Berlin, 1990  
M.A.Preston: Fyzika jádra, Academia Praha, 1972 Nauka Moskva, 1970  
K.Heyle: The Nuclear Shell Model, Springer Verlag, Berlin, 1990  
M.A.Preston: Fyzika jádra, Academia Praha, 1972

### **Statistická jaderná fyzika** 2/0 Zk 0/2 Z JSF045

Statistická jaderná spektroskopie, hustota stavů, silová funkce, střední a flukтуаční vlastnosti spekter, aplikace teorie náhodných matic, pořádek a chaos. Statistické modelování jaderných reakcí, rovnovážné a předrovnovážné reakce, stochastické procesy.

Literatura: A.Bohr a B.Mottelson, Nuclear Structure I (Benjamin, New York, Amsterdam, 1969)  
P.J.Siemens a A.S.Jensen, Elements of Nuclei (Addison-Wesley, Redwood City, 1987)  
H.Feshbach, Theoretical Nuclear Physics - Nuclear Reactions (J. Willey, New York, 1992)

### **Experimentální ověření standardního modelu II** 2/0 Zk — JSF074

Experimentální aparatury pro hluboce nepružný rozptyl leptonů na nukleonech. Stanovení strukturních funkcí nukleonů, prověřování kvantové chromodynamiky, měření vazbové konstanty silných reakcí.

Literatura: G. Wolf: Deep Inelastic Scattering at Large Energy and Momentum Transfers DESY 01-058 (2001)

### **Praktická fyzika vysokých energií** 0/2 Z — JSF077

Seminární formou bude proveden návrh vysokoenergetického experimentu. Maticový element studovaného procesu, účinný průřez, parametry svazků, uspořádání experimentu, výběr vhodných detektorů, základy MC simulace a zpracování dat. Praktická aplikace poznatků z teorie elementárních částic, experimentálních metod jaderné a subjaderné fyziky, kvantové mechaniky a kvantové teorie pole.

Literatura: W. Leo: Experimental methods in nuclear and subnuclear physics

### **Použití PC v laboratorní praxi** 1/2 Zk — JSF050

Zpracování signálu z detektorů jaderného záření. Principy a činnost elektronických přístrojů a systémů používaných v jaderné fyzice. Prověření jednodušších celků potřebných k realizaci jaderných experimentů. Sběr a analýza dat s použitím PC.

Literatura: Frisch H.: Základy elektroniky a elektronických obvodů. Praha, SNTL 1987  
William R. Leo : Techniques for Nuclear and Particle Physics Experiments. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1987  
Firemní katalog ORTEC. Oak Ridge, USA, 1995

### **Pravděpodobnost a stochastické procesy ve fyzice elementárních částic** 2/0 Zk — JSF080

Náhodné proměnné, rozdělení pravděpodobnosti, generující funkce, generující funkcionál, centrální limitní teorém, různé typy pravděpodobnosti- stochastické procesy, Markovovy procesy - větvící procesy - Chapmanova-Kolmogorovova rovnice, řídicí rovnice - náhodná procházka - Fokkerova- Planckova rovnice - difuzní rovnice - některé stochastické diferenciální rovnice - použití metody Monte Carlo - metody odhadu - testování hypotéz.

Literatura: G. Cowan: Statistical Data Analysis, Oxford Press, 1998, ISBN 0198501552  
D.S. Sivia: Data Analysis - A Bayesian Tutorial, Oxford Press, 1996, ISBN 0198517629  
N.G. van Kempen: Stochastic Processes in Physics and Chemistry, North-Holland, 1983,  
Výpočetní technika ve fyzice vysokých energií 1/1 Zk — JSF081  
Operační systém UNIX, práce na stanicích s OS HP-UX nebo Linux..  
Progr. jazyk FORTRAN, překlad kódu, vytváření knihoven, obsah knihoven CERNLIB, debugger, údržba a vývoj rozsáhlých programů pomocí CVS.

Simulace případů metodou Monte Carlo, aplikace v programech PYTHIA, JETSET.  
Zpracování dat programem PAW nebo ROOT.  
manuály k uvedeným programům

**Problém mnoha těles ve struktuře jádra** 2/0 Zk — JSF056

Rozdělení stupňů volnosti jaderného pohybu, vnitřní a rotační stupně volnosti, střední jaderné pole a zbytkové interakce, Hartree-Fock-Bogoljubov metoda, vibrace jader, Random phase aproximace, fonony, pohyby jádra s velkou amplitudou. Tato výběrová přednáška je určena pro 5. ročník studia jaderné fyziky.

Literatura: Ring, P. Schuck, The Nuclear Many-Body Problem, Springer-Verlag N.Y., 1980  
Siemens, A.S. Jensen, Elements of Nuclei, Addison-Wesley Publ. Company, Inc., N.Y., 1987

**Jaderné reakce s těžkými ionty** 2/0 Zk — JSF058

Fenomenologie jaderných reakcí s těžkými ionty. Klíčové procesy studované v jednotlivých energetických intervalech. Informace o současných experimentálních programech.

Literatura: Ch-Y. Wong: Introduction to High-Energy Heavy-Ion Collisions. World Scientific, 1994

**Matematické metody užitá jaderné fyziky** — 2/0 Zk JSF012 Zrušit

Matematický popis přenosu částic prostředím. Boltzmanova a difuzní rovnice. Analytické, přibližné a numerické metody řešení problémů, vznikajících aplikacemi na dozimetrii, fyziku jaderných reaktorů, fyziku stínění.

Literatura: P.Otčenášek: Fyzika reaktorů III, Ediční středisko ČVUT, Praha 1983

**Elektronika pro jaderné fyziky** — 2/1 KZ JSF025

Seznámení s teoretickými základy elektronických obvodů. Činnost elektronických přístrojů a systémů používaných v jaderné fyzice. Prověření jednodušších celků potřebných k realizaci jaderných experimentů.

Literatura: Frisch H.: Základy elektroniky a elektronických obvodů. Praha, SNTL 1987  
Firemní katalog ORTEC. Oak Ridge, US, 1995

**Jaderné metody v astrofyzice** — 2/0 Zk JSF027

Úloha jaderných reakcí při velkém třesku a jejich vliv na vznik lehkých prvků. Stacionární a nestacionární procesy ve hvězdách, zejména neutrinové reakce.

Literatura: Ch-Y. Wong: Introduction to High-Energy Heavy-Ion Collisions. World Scientific, 1994

**Kvantová teorie pole při konečné teplotě** — 2/0 Zk JSF030

Paralely mezi statistickou fyzikou a kvantovou teorií pole. Technika funkcionálního integrálu. Poruchový rozvoj partiční funkce, diagramatika. Aplikace na konkrétní problémy podle zaměření posluchačů: např. kvantová chromodynamika a kvark-gluonová plazma.

Literatura: Kapusta: Finite Temperature Field Theory. Cambridge Univ. Press 1989  
Parisi: Statistical Field Theory. Addison-Wesley 1988  
Negele, H. Orland: Quantum Many-Particle Systems. Addison-Wesley 1988  
Fetter, J. D. Walecka: Quantum Theory of Many-Particle Systems. McGraw-Hill 1971

**Klasický a kvantový chaos** — 2/0 Zk JSF031

Úvodní přednáška seznamující posluchače se základními vlastnostmi regulárních a chaotických pohybů v klasických hamiltonovských autonomních systémech, se semiklasickým kvantováním klasických chaotických systémů a se spektrálními vlastnostmi souborů náhodných matic. Přednáška předpokládá znalost základů klasické teoretické a kvantové mechaniky.

Literatura: Gutzwiller: Chaos in Classical and Quantum Mechanics, Springer, New York 1990  
Reichl: The Transition to Chaos in Conservative Classical Systems: Quantum Manifestations, Springer, New York 1992  
Tabor: Chaos and Integrability in Nonlinear Dynamics, Wiley, New York 1989

**Experimentální prověrka standardního modelu I** — 2/1 Z,Zk JSF073

Částice ve standardním modelu (leptony, kvarky, kvanta cechovacích polí, Higgsovy částice). Objev vůní kvarků. Experimentální projevy gluonů. Objev leptonu tau. Objev intermediálních bosonů W. a Z. Prověrka standardního modelu v současných experimentech (top kvark, tau neutrino, Higgsův boson).

Literatura: Goldhaber - Experimental Foundations of Particle Physics

**Seminář aplikované jaderné fyziky** — 0/2 Z JSF035

Seminář na aktuální témata z aplikované jaderné fyziky. Uspořádán pro studenty i zájemce z výzkumu a praxe. Část semináře zabezpečí zahraniční lektoři.

Literatura: Musílek, L.: Využití ionizujícího záření ve výzkumu. Ediční středisko ČVUT, 1992  
Posouzení vlivů jaderné elektrárny Temelín na životní prostředí. Podklad k protokolu z Melku.  
Praha, duben 2001.

**Praktická kvantová teorie pole** — 2/1 Z,Zk JSF042

Radiační korekce: jednosmyčkový příspěvek k polarizaci vakua, elektronovému propagátoru a k vrcholu. Dimenzionální a Pauli-Villarsova regularizace. Výpočty potřebných integrálů. Renormalizace: "holé" a "fyzikální" náboje a hmoty, kontrženy. Důsledky kalibrační symetrie lagrangianu, Wardova rovnost. Uehlingův jev, závislost "síly interakce" na přenosu hybnosti. Lambův posun. Stručná diskuse podmínek renormalizovatelnosti polní teorie. Bethe-Salpeterova rovnice a její redukce. Pozitronium. Dráhový integrál v kvantové mechanice a kvantové teorie pole, stručný přehled známého formalismu v jiném jazyce. Grassmannovy proměnné: práce s fermiony.

Literatura: Itzykson, J.-B. Zuber: Quantum Field Theory. McGraw-Hill 1980, Mir Moskva 1984  
J. D. Bjorken, S. D. Drell: Relativistic Quantum Mechanics, Relativistic Quantum Fields. McGraw-Hill 1964, 1965, Nauka Moskva 1978  
N. N. Boguljubov, D. V. Širkov: Vvedenije v teoriju kvantovannyh polej. Nauka Moskva 1984  
S. S. Schweber: An Introduction to Relativistic Quantum Field Theory. Row, Peterson 1961, IIL Moskva 1963  
F. Mandl, G. Shaw: Quantum Field Theory. Wiley 1995  
L. H. Ryder: Quantum Field Theory. Cambridge Univ. Press 1994

**Základní symetrie v jádře** — 2/0 Zk JSF048

Experimentální testy porušení prostorové a časové invariance v jádře. Úhlová rozdělení a úhlové korelace. Jaderná orientace.

Literatura: A.Bohr, B.Mottelson, Nuclear Structure I, W.A.Benjamin Inc., New York, Amsterdam 1969  
E.Henley, W.Haxton, Symmetries and Fundamental Interactions in Nuclei, World Scientific, 1995  
ed. N.J.Stone, H.Postma, Low-Temperature Nuclear Orientation, Elsevier Scientific Publisher B.V., 1986  
ed. W.D.Hamilton, The Electromagnetic Interaction in Nuclear Spectroscopy, North-Holland, Amsterdam, 1975

**Od hledání původu za standardní model** — 2/0 Zk JSF057

Přednáška poskytuje přehled významných experimentů ve fyzice částic za posledních 35 let. Začíná se SU(3) symetrií a končí experimentálními výsledky za rámec současného standardního modelu.

Literatura: B.R. Martin, G. Shaw: Particle Physics, John Wiley and Sons, 1992  
J.Musiol, J. Ranft: Kern und Elem. Teilchenphysik, VEB Berlin, 1988  
J.R. Kenyon: Elementary Particle Physics, Routledge and Vegan, 1991  
Ch. Sutton: The spaceship neutrino, 1993

**Vybrané partie teorie kvantovaných polí I** 3/0 Zk — JSF082

Dráhový integrál v kvantové mechanice. Funkcionální metody a Greenovy funkce. Wickova rotace a partiční suma. Berezinův integrál.

Literatura: J.Novotný: Vybrané partie teorie kvantovaných polí, (elektronická skripta)<http://nc25.troja.mff.cuni.cz/ucjf/iso-8859-2/teorie/postscript/text23.ps>  
R.P. Feynman, A. Hibs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw hill, NY, 1965)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I., Cambridge University Press, Cambridge 1995  
J. Glimm, A. Jaffe: Quantum Physics. A Functional Integral Print of View, Springer Verlag, No.4, Heidelberg, Berlin 1981.

### **Vybrané partie teorie kvantovaných polí II** — 3/0 Zk JSF083

Funkcionální metody v kvantové teorii pole. Kontinuální integrál. Wardovy identity a anomálie. Kvantování neabelovských kalibračních polí.

Literatura: J. Novotný: Vybrané partie teorie kvantovaných polí, (elektronická skripta)<http://nc25.troja.mff.cuni.cz/ucjf/iso-8859-2/teorie/postscript/text23.ps>  
R.P. Feynman, A. Hibs: Quantum Mechanics and Path Integrals (Mc Graw hill, NY, 1965)  
S. Weinberg: The Quantum Theory of Fields I., Cambridge University Press, Cambridge 1995  
J. Glimm, A. Jaffe: Quantum Physics. A Functional Integral Print of View, Springer Verlag, No.4, Heidelberg, Berlin 1981.

### **Statistická fyzika** — 2/1 Z,Zk JSF040

Statistické soubory. Ideální Boltzmannův, Fermiho a Boseho plyn.

Literatura: J.Kvasnica, Statistická fyzika, Academia, 1983  
R.Kubo, Statistical Mechanics, North-Holland Pub.Com.-Amsterdam, 1968  
M.Toda, R.Kubo, N.Saito, Statistical Physics I, Springer-Verlag 1995  
W.Greiner, L.Neise, H.Stoecker, Thermodynamics and Statistical Mechanics, Springer-Verlag 1994  
T.L.Hill, An Introduction to Statistical Thermodynamics, Dover Publ., Inc., New York, 1972

## **10. Matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice**

#### **Mechanika kontinua** 3/2 Z,Zk — MOD012

Koncept spojitého prostředí, pojem deformace a napětí, zákony zachování, konstituční rovnice, pružné látky, jednoduché kapaliny.

Literatura: M.E. Gurtin: An introduction to continuum mechanics, Academic Press, 1981  
D.C. Leigh: Nonlinear continuum mechanics, McGraw-Hill, 1968  
M. Brdička: Mechanika kontinua,

#### **Matematické modelování ve fyzice** 2/0 2/0 Zk MOD004

Náplň tvoří odvození rovnic a jejich základních vlastností popisujících složité technické a fyzikální struktury a procesy.

Literatura: Feistauer M.:Mathematical Methods in Fluid Dynamics, Longman Scientific-Technical, Harlow, 1993  
Nečas J.,Hlaváček I.:Úvod do mat.teorie pružných a pružně plastických těles, SNTL, Praha, 1983

#### **Úvod do funkcionální analýzy** 2/2 Z,Zk — RFA006

Základní kurs funkcionální analýzy pro obor matematika. Banachovy a Hilbertovy prostory, základní principy lineární funkcionální analýzy, základy spektrální teorie kompaktních operátorů. Předpokládá se znalost Matematické analýzy prvního dvouletí.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)  
L. Mišík, Funkcionálna analýza (Alfa Bratislava, 1989)  
K. Najzar, Funkcionální analýza (skripta, SPN Praha 1988)

### **Obyčejné diferenciální rovnice I** — 2/2 Z,Zk DIR001

Elementární integrace, lineární rovnice, asymptotický průběh, okrajové úlohy, lokální a globální existenční věty, kvalitativní teorie. Předpokládá se znalost Matematické analýzy prvního dvouletí.

Literatura: Základy numerické matematiky — 4/2 Zk NUM005  
Počáteční úlohy pro obyčejné diferenciální rovnice. Soustavy diferenciálních rovnic. Optimalizace.  
Ralston A.: Základy numerické matematiky. Academia Praha 1978  
Vitásek E.: Numerické metody. SNTL Praha 1987  
Feistauer M.: Diskrétní metody řešení diferenciálních rovnic. Skripta, SPN Praha 1981  
Stoer J., Bullirsch R.: Introduction to Numerical Analysis, Springer 1978

### **Klasická teorie parciálních diferenciálních rovnic** — 2/2 Z,Zk DIR005

Klasická řešení okrajových a počátečních úloh pro parciální diferenciální rovnice. Soustavy 1. řádu, eliptické, parabolické a hyperbolické rovnice 2. řádu.

Literatura: John O., Nečas J.: Rovnice matematické fyziky, SPN 1972  
L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1999  
M. Renardy, R. C. Rogers: An introduction to partial differential equations, Springer 1993

## **1. rok studia**

### **Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — BCM...

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

### **Obyčejné diferenciální rovnice II** 2/2 Z,Zk — OFY036

Zkrácená varianta základní přednášky z termodynamiky a statistické fyziky.

Literatura: John O., Nečas J.: Rovnice matematické fyziky, SPN 1972  
L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1999  
M. Renardy, R. C. Rogers: An introduction to partial differential equations, Springer 1993

### **Parciální diferenciální rovnice II** — 2/2 Z,Zk

Soustavy 1. řádu, eliptické, parabolické a hyperbolické rovnice 2. řádu. Okrajové podmínky v teorii parciálních diferenciálních rovnic.

Literatura: John O., Nečas J.: Rovnice matematické fyziky, SPN 1972  
L. C. Evans: Partial Differential Equations, AMS 1999  
M. Renardy, R. C. Rogers: An introduction to partial differential equations, Springer 1993

### **Přibližné a numerické metody 1** 2/2 Z,Zk — NUM001

Základní numerické metody pro řešení parciálních diferenciálních rovnic různých typů.

Literatura: Feistauer M.: Diskrétní metody řešení diferenciálních rovnic. Skripta, SNP Praha, 1981  
Haslinger J.: Metoda konečných prvků pro řešení eliptických rovnic a nerovnic. Skripta, SPN Praha, 1980

**Termodynamika kontinua** — 3/2 Z, Zk NUM...

## **Předměty výběrové povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice**

**Kvantová teorie II** — 3/2 Z, Zk BCM...

Matematické metody v klasické a kvantové mechanice 1 2/0 Zk — MOD032

Rozmanité matematické přístupy a teorie jsou aplikovány na problémy lagrangeovské, hamiltonovské a kvantové mechaniky

Literatura: Kvasnica J.: Termodynamika, SNTL 1965  
Silhavý M.: Czech. Journ. Phys. B30, 1980, str. 841, 961  
Kratochvíl J., Silhavý M.: O termodynamice reálných fyzikálních dějů. Ces. čas. fyz. A31, 1981, str. 97

**Matematické metody v klasické a kvantové mechanice 2** — 2/0 Zk MOD033

Rozmanité matematické přístupy a teorie jsou aplikovány na problémy lagrangeovské, hamiltonovské a kvantové mechaniky.

Literatura: Kvasnica J.: Termodynamika, SNTL 1965  
Silhavý M.: Czech. Journ. Phys. B30, 1980, str. 841, 961  
Kratochvíl J., Silhavý M.: O termodynamice reálných fyzikálních dějů. Ces. čas. fyz. A31, 1981, str. 97

**Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice I** 2/1 Z, Zk — DIR042

Vhodné zvláště pro posluchače vyšších ročníků a postgraduální studenty. Pseudomonotónní, monotónní a akretivní operátory, mnohoznačné operátory a aplikace na nelineární eliptické parciální rovnice a nerovnice.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice II** — 2/1 Z, Zk DIR043

Vhodné zvláště pro posluchače vyšších ročníků a postgraduální studenty. Pseudomonotónní, monotónní a akretivní operátory, mnohoznačné operátory a aplikace na nelineární parabolické parciální rovnice a nerovnice. Rotheova a Galerkinova metoda, přímá metoda, nelineární semigrupy a aplikace pro Cauchyho nebo periodickou úlohu pro nelineární parabolické nebo hyperbolické parciální diferenciální rovnice a nerovnice.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Seminář z mechaniky kontinua** 0/2 Z 0/2 Z MOD013

Na tomto tradičním semináři jsou posluchači seznamováni s nejnovějšími výsledky mechaniky kontinua a přilehlých oblastí. Nejčastější témata: modely mechaniky tekutin, a to jak stlačitelných, tak nestlačitelných; úlohy konečné pružnosti; optimalizace a teorie řízení; teorie plasticity; numerické metody v mechanice tekutin.

Literatura: Nová časopisecká literatura.

**Numerický software 1** 2/2 Z, KZ — NUM018

Existující programové vybavení, jeho utváření, jeho používání, testování a posuzování získaných výsledků. Navazuje na přednášky z numerických metod. Pro cvičení na PC bude k dispozici běžně dostupný profesionální software.

- Literatura: Forsythe G.E., Malcolm M.A., Moler C.B.: Computer Methods for Mathematical Computations. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall 1977  
Kahaner D., Moler C., Nash S.: Numerical Methods and Software. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall 1989  
Press W.H. et al: Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing. Cambridge, Cambridge University Press 1988  
Příkryl P.: Numerické metody matem. analýzy. Praha, SNTL 1985  
Segeth K.: Numerický software I. Praha, Karolinum 1998

### **Numerický software 2** — 2/2 Z, Zk NUM019

Existující programové vybavení, jeho utváření, jeho používání, testování a posuzování získaných výsledků. Navazuje na přednášky z numerických metod. Pro cvičení na PC bude k dispozici běžně dostupný profesionální software.

- Literatura: Forsythe G.E., Malcolm M.A., Moler C.B.: Computer Methods for Mathematical Computations. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall 1977  
Kahaner D., Moler C., Nash S.: Numerical Methods and Software. Englewood Cliffs, NJ, Prentice-Hall 1989  
Press W.H. et al: Numerical Recipes. The Art of Scientific Computing. Cambridge, Cambridge University Press 1988  
Příkryl P.: Numerické metody matem. analýzy. Praha, SNTL 1985  
Segeth K.: Numerický software I. Praha, Karolinum 1998

## **2. rok studia**

### **Přibližné a numerické metody II** 2/2 Z, Zk

Základní numerické metody pro řešení parciálních diferenciálních rovnic různých typů. Pokročilé metody řešení rovnic matematické fyziky.

- Literatura: Feistauer M.: Diskrétní metody řešení diferenciálních rovnic. Skripta, SNP Praha, 1981  
Haslinger J.: Metoda konečných prvků pro řešení eliptických rovnic a nerovnic. Skripta, SPN Praha, 1980

### **Matematická teorie pružnosti 1** 2/0 Zk — MOD017

Matematická teorie pružnosti v Sobolevových prostorech: Formulace statické úlohy konečné pružnosti. Vhodné předpoklady na data a funkci vnitřní energie (polykonvexita, kvasikonvexita a rank-1 konvexita). Existence řešení. Modelování plastického a elasto-plastického případu. Geometrický přístup k teorii pružnosti: Stručné vysvětlení pojmů z geometrické teorie míry a matematické analýzy na varietách (multivektor, varieta, diferenciální forma, integrace diferenciálních forem, Stokesova věta, toky). Formulace problému pružnosti jako úlohy o nalezení optimální variety. Rektifikovatelné toky, Federerova věta o uzávěru. Existence řešení

- Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

### **Matematická teorie pružnosti 2** — 2/0 Zk MOD018

Matematická teorie pružnosti v Sobolevových prostorech: Formulace statické úlohy konečné pružnosti. Vhodné předpoklady na data a funkci vnitřní energie (polykonvexita, kvasikonvexita a rank-1 konvexita). Existence řešení. Modelování plastického a elasto-plastického případu. Geometrický přístup k teorii pružnosti: Stručné vysvětlení pojmů z geometrické teorie míry a matematické analýzy na varietách (multivektor, varieta, diferenciální forma, integrace diferenciálních forem, Stokesova věta, toky). Formulace problému pružnosti jako úlohy o nalezení optimální variety. Rektifikovatelné toky, Federerova věta o uzávěru. Existence řešení.

- Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)

M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Biodynamika** 2/2 Z,Zk — MOD036

Základní termodynamické pojmy, fenomenologická a mikroskopická interpretace. Zákony bilance hmotnosti, hybnosti, vnitřní energie (I. zákon termodynamiky), bilance elektrického a magnetického indukčního toku a bilance entropie (II. zákon termodynamiky). Lineární nevratná termodynamika a základy chemické kinetiky. Jako aplikace jsou uvedeny: termodynamika membránového transportu, studium biologických oscilací, termodynamické aspekty evoluce, srdečně cévní systém.

Literatura:

**Seminář z mechaniky kontinua** 0/2 Z 0/2 Z MOD013

Na tomto tradičním semináři jsou posluchači seznamováni s nejnovějšími výsledky mechaniky kontinua a přílehlých oblastí. Nejčastější témata: modely mechaniky tekutin, a to jak stlačitelných, tak nestlačitelných; úlohy konečné pružnosti; optimalizace a teorie řízení; teorie plasticity; numerické metody v mechanice tekutin.

Literatura: Nová časopisecká literatura

**Vybrané problémy matematického modelování** — 0/2 Z MOD015

Presentace a diskuse diplomových prací. Témata prací jsou jak teoretická (fyzikální či matematická) a numerická, zpravidla se týkají modelů mechaniky kontinua. Nejčastěji jsou témata prací zvolena z oblastí: mechaniky tekutin, a to jak stlačitelných, tak nestlačitelných; konečné pružnosti; optimalizace a teorie řízení; teorie plasticity; vícefázové modely a úlohy s volnou hranicí.

Literatura: Nová časopisecká literatura.

**Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice I** 2/1 Z,Zk — DIR042

Vhodné zvláště pro posluchače vyšších ročníků a postgraduální studenty. Pseudomonotónní, monotónní a akretivní operátory, mnohoznačné operátory a aplikace na nelineární eliptické parciální rovnice a nerovnice.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Nelineární diferenciální rovnice a nerovnice II** — 2/1 Z,Zk DIR043

Vhodné zvláště pro posluchače vyšších ročníků a postgraduální studenty. Pseudomonotónní, monotónní a akretivní operátory, mnohoznačné operátory a aplikace na nelineární parabolické parciální rovnice a nerovnice. Rotheova a Galerkinova metoda, přímá metoda, nelineární semigrupy a aplikace pro Cauchyho nebo periodickou úlohu pro nelineární parabolické nebo hyperbolické parciální diferenciální rovnice a nerovnice.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Vybrané kapitoly z nelineárních diferenciálních rovnic** 2/0 2/0 Zk DIR036

Matematický pohled na rovnice popisující proudění newtonovských a newtonovských tekutin. Existence, jednoznačnost, regularita a asymptotické vlastnosti jejich slabých řešení a řešení v mírách. Studium hyperbolických rovnic popisujících zákony zachování.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Vybrané kapitoly z teorie optimalizace** 2/0 2/0 Zk MOD014

Přednáška je věnována teorii optimalizace a optimálního řízení mající široké aplikace ve fyzice, technice, ekonomii a jině. Existence řešení, stabilita, podmínky optimality a numerické aproximace s důrazem na diferenciální a integrální rovnice a variační nerovnice; oscilace a koncentrační efekty.

Literatura:

**Nelineární funkcionální analýza** 2/0 Zk — RFA018

Základy diferenciálního počtu v Banachových prostorech. Teorie monotonních a potenciálních operátorů, numerické metody řešení operátorových rovnic. Stupeň zobrazení.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Matematické metody v mechanice a termodynamice 1** 2/0 Zk — MOD032

Základy pokročilých matematických metod vhodných pro studium mechaniky a termodynamiky.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Matematické metody v mechanice a termodynamice 2** — 2/0 Zk MOD033

Základy pokročilých matematických metod vhodných pro studium mechaniky a termodynamiky.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, Banach Spaces I, II (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, Úvod do funkcionální analýzy (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, Zápisky z funkcionální analýzy (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, Míra a integrál (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Matematické metody v mechanice tekutin** 2/0 2/0 Zk MOD001

Přednáška seznamuje posluchače s matematickými modely popisujícími proudění, jejich matematickou teorií a některými metodami počítačové mechaniky tekutin (metoda konečných prvků a konečných objemů).

Literatura: Feistauer M.: Mathematical Methods in Fluid Dynamics. Longman Scientific-Technical, Harlow, 1993

**Víceúrovňové metody** 2/0 2/0 Zk NUM013

Rychlé iterační a hybridní algoritmy. Varianty víceúrovňových metod: multigrid, agregace. Modelové úlohy, metoda dvou sítí, relaxace na jemné síti, korekce na hrubé síti. 2-grid algoritmus, V-cyklus, W-cyklus, konvergence a její rychlost. Multigridní postupy. Rychlost konvergence. Vhodné implementace. Metoda rozkladu oblastí. Neumann-Neumannovy podmínky na rozhraní. Vlastnosti algoritmu. Stabilizace algoritmu-vybalancování korekcí. Porovnání s "klasickými" multigridními postupy. Předpokládání multigridními aproximacemi. Algoritmus "černá bedna". Obecné víceúrovňové metody. Abstraktní teorie. Agregace. Agregací-desagregační iterace. Leontěvy modely. Úlohy se spotřebním košem. Markovovy řetězce. Vektory stacionární pravděpodobnosti. Víceúrovňové metody v evolučních úlohách. Víceúrovňové metody a nelineární úlohy. Multigridní verze Newtonovy metody. Úlohy s nehladkými daty. Homogenizace jako dvouúrovňový proces.

Literatura: Hackbusch W.: Multigrid Methods. Springer Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 1988  
Multigrid Methods. Lecture Notes in Mathematics, Vo.960. Springer Verlag Berlin-Heidelberg-New York, 1982. Editoři Hackbusch W., a Trottenberg U  
Mayer P.: Víceúrovňové metody. Disertace, MFF UK 1995

**Matematické modely přenosu částic** 2/0 2/0 Zk MOD016

Studium některých vlastností Boltzmanovy rovnice pro přenos částic. Dále budou sestrojeny některé modely komplexu částic (znečištění). Analytické modely budou diskretizovány a budou navrženy algoritmy numerického řešení.

Literatura: Cercignani C.: Theory and Application of the Boltzmann equation, Scottish Academic Press, Edingurgh-London 1975  
Marčuk G.I.: Metody rasčeta jaderných reaktorov, Atomizdat, Moskva 1961  
Marčuk G.I., Lebedev V.I.: Číslennyje metody v teorii peronosa nejtronov, Atomizdat, Moskva 1981  
Silin V.P.: Úvod do kinetické teorie plynů, Praha 1976

#### **Tvarová a materiálová optimalizace** 2/0 2/0 Zk MOD005

Matematická analýza úloh optimalizace geometrie oblastí a materiálových vlastností mechanických systémů. Základy teorie eliptických nerovnic a jejich aproximací pomocí MKP. Aplikace ke kontaktním úlohám. Abstraktní formulace úloh tvarové optimalizace. Existence řešení. Abstraktní formulace diskretizace úloh tvarové optimalizace. Analýza konvergence. Aplikace výsledků pro konkrétní tvarovou optimalizaci. Analýza citlivosti, interpretace podmínek optimality pro konkrétní výběr cenových funkcí. Numerická realizace úloh tvarové optimalizace.

Literatura: Haslinger J., Neittaanmaki P.: Approximation of optimal shaped design problems. Theory on application. John Willey 88, 1995

#### **Numerické modelování problémů elektrotechniky 1** 2/0 Zk — MOD023

Matematický popis úloh, které modelují sálání tepla, rozložení elektrického, magnetického a teplotního pole v elektrických strojích točivých, transformátorech, polovodičových součástkách apod. Numerické modely těchto úloh a jejich algoritmy.

Literatura: Selberherr S.: Analysis and Simulation of Semiconductor Devices. Wien, Springer Verlag, 1984  
Markowich P.A.: The Stationary Semiconductor Equations. Wien Springer Verlag, 1986  
Křížek M., Neittaanmaki P.: Finite Element Approximation of Variational Problems and Applications. Harlow, Longman, 1990

#### **Numerické modelování problémů elektrotechniky 2** — 2/0 Zk MOD024

Matematický popis úloh, které modelují sálání tepla, rozložení elektrického, magnetického a teplotního pole v elektrických strojích točivých, transformátorech, polovodičových součástkách apod. Numerické modely těchto úloh a jejich algoritmy.

Literatura: Selberherr S.: Analysis and Simulation of Semiconductor Devices. Wien, Springer Verlag, 1984  
Markowich P.A.: The Stationary Semiconductor Equations. Wien Springer Verlag, 1986  
Křížek M., Neittaanmaki P.: Finite Element Approximation of Variational Problems and Applications. Harlow, Longman, 1990

#### **Geometrická teorie míry** — 2/0 Zk MAT010

Matematické základy geometrické teorie míry: Hausdorffova k-rozměrná míra v  $R^n$ , hustota množiny v bodě, aproximativní diferenciál, Lipschitzovská zobrazení, k-rozměrné rektifikovatelné množiny v  $R^n$ , věty o přenosu integrace, výpočet Jakobiánů, diferenciální formy a toky.

Literatura: Forderer H.: Geometric Measure Theory, Springer Verlag, NY 1969. Morgan F.: Geometric Measure Theory: a Beginner's Guide. Academic Press, San Diego 1988

#### **Geometrické metody teoretické fyziky** — 3/2 Z, Zk TMF009

Základní pojmy z topologie. Základy tenzorové analýzy na varietách: diferencovatelné variety, jejich tečné prostory, vektorová pole; afinní konexe, paralelní přenos a geodetické křivky; tenzorová pole, torze a křivost; Riemannovy a pseudo-Riemannovy variety, Riemannova konexe; Gaussova teorie ploch, Gaussova formule. Diferenciální formy: základní operace a věty; Maxwellova teorie a Riemannova geometrie ve formalismu forem, Cartanovy rovnice struktury, Bianchiho identity; integrace na varietách. Lieovy grupy a algebry, exponenciální zobrazení, grupy transformací. Fibrované prostory a bundly. Aplikace geometrických metod ve fyzice.

Literatura: O. Kowalski: *Základy Riemannovy geometrie*, skripta, vydavatelství Karolinum, 1995  
S. Helgason: *Diferenciální geometrie a symetrické prostranství* (překlad z angličtiny), Izd. MIR, Moskva 1964

**Úvod do analýzy na varietách** 2/2 Z,Zk — GEM002

Křivkový a plošný integrál v  $R^n$ , diferenciální formy v  $R^n$ , jejich integrace přes  $k$ -dimenzionální plochy v  $R^n$ , Stokesova věta, variety, diferenciální formy na varietě.

Literatura Habala, Hájek, Zizler, *Banach Spaces I, II* (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, *Úvod do funkcionální analýzy* (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, *Zápisky z funkcionální analýzy* (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, *Míra a integrál* (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Kalibrační pole a nekomunikativní geometrie** — 2/0 Zk GEM030

Hlavní a asociované fibrované prostory, vektorové bandly. Konexe na hlavních fibrovaných prostorech, kovariantní derivace pro řezy vektorového bandlu. Dirakov operátor. Yang-Millsovy pole. Základy nekomutativní diferenciální geometrie. Aplikace v teorii elementárních částic.

Literatura: Habala, Hájek, Zizler, *Banach Spaces I, II* (skripta, MATFYZpress 1997)  
M. Katětov a J. Jelínek, *Úvod do funkcionální analýzy* (skripta, SPN Praha 1968)  
J. Lukeš, *Zápisky z funkcionální analýzy* (skripta, Karolinum Praha 1998)  
J. Lukeš a J. Malý, *Míra a integrál* (skripta, Univerzita Karlova, 1993 - anglické vydání 1995)

**Pravděpodobnost a matematická statistika** — 4/2 Z,Zk STP022

Axiomatické definice pravděpodobnosti. Podmíněná pravděpodobnost, nezávislost. Náhodné vektory, jejich distribuční funkce, číselné charakteristiky. Limitní věty. Základní statistické úlohy (odhad a testování hypotéz), odhady a testy pro některé speciální případy.

Literatura: Dupač V.: *Teorie pravděpodobnosti a matematická statistika*, 1984, skripta, SPN  
Likeš J., Machek J.: *Matematická statistika*, SNTL, 1983  
Anděl J.: *Matematická statistika*, SNTL, 1978  
Anděl J.: *Statistické metody*, Matfyzpress, 1993

**Úvod do fyziky plazmatu a počítačové fyziky** 2/0 2/0 Zk FYM012

Základy počítačové fyziky. Přehled hlavních směrů počítačové fyziky Modelování spojité. Modelování částicové deterministické (metoda molekulární dynamiky). Modelování částicové stochastické (metoda Monte Carlo). Modelování částicové hybridní. Fyzika plazmatu. Charakteristika a typy plazmatu. Teoretický popis plazmatu. Elementární procesy a transportní jevy. Počítačové modelování ve fyzice plazmatu. Problém n tělesa a jeho přibližné řešení. Studium fyzikálních procesů v objemu plazmatu. Studium interakce plazmatu s povrchy pevných látek. Modelování v plazmochemii. Nové směry v počítačovém modelování (paralelismus,...).

Literatura: Chen F. F.: *Uvod do fyziky plazmatu*, Academia, Praha 1984 (úlohy jsou z této knihy)  
Kippenhahn R., Mollenhoff C.: *Elementare Plasmaphysik*, B. I. Wissenschaftsverlag, Mannheim-Wien-Zurich 1975

**Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů I** 2/0 Zk — TMF027

Základní pojmy teorie pravděpodobnosti a matematické statistické fyziky (teorie Gibbsových stavů). Zvláštní pozornost je věnována matematické teorii nízkoteplotních fázových přechodů v mřížových modelech.

Literatura: Haken, H: *Synergetics. An Introduction*. Springer, Berlin, 1983

**Pravděpodobnost a matematika fázových přechodů II** — 2/0 Zk TMF047

Úvod do matematické teorie Gibbsových stavů. Zkoumání fázových přechodů některých význačných modelů (Isingova typu)

Literatura: Haken, H: *Synergetics. An Introduction*. Springer, Berlin, 1983

**Deterministický chaos, nelineární oscilace a vlny** — 2/0 Zk EVF022

Charakteristika: fázový portrét, limitní cyklus atraktor, repelér. Experimentální nalezené soustavy s chaosem. Podivný atraktor, Poincarého řez. Dynamické soustavy s diskretním časem. Modulační nestabilita nelineárních vln, vlnová turbulence.

Literatura: Haken, H: Synergetics. An Introduction. Springer, Berlin, 1983

**Kvantová teorie I** 4/2 Z,Zk — BCM...

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

**Kvantová teorie II** — 3/2 Z,Zk BCM...

Hlavní náplní jsou základní principy a matematický aparát kvantové teorie a aplikace teorie na konkrétní systémy.

Literatura: J. Formánek: Úvod do kvantové teorie, Praha 1983  
A.. Messiah: Quantum Mechanics I.,II., Amsterdam 1964  
P.A.M. Dirac: Principles of Quantum Mechanics, Oxford 1958  
K. Gottfried: Quantum mechanics I. New York 1966  
J. P, L. Gomolčák, V. Černý: Úvod do kvantové mechaniky, Bratislava 1983.

**Biotermodynamika** 2/2 Z,Zk — MOD036

Základní termodynamické pojmy, fenomenologická a mikroskopická interpretace. Zákony bilance hmotnosti, hybnosti, vnitřní energie (I. zákon termodynamiky), bilance elektrického a magnetického indukčního toku a bilance entropie (II. zákon termodynamiky). Lineární nevratná termodynamika a základy chemické kinetiky. Jako aplikace jsou uvedeny: termodynamika membránového transportu, studium biologických oscilací, termodynamické aspekty evoluce, srdečně cévní systém.

Literatura: J. Kvasnica, Termodynamika, SNTL, Praha 1975

**Vybrané aspekty operačního systému UNIX** 2/0 Z — PRM031

Přednáška je určena především začínajícím či pokročilejším uživatelům UNIXu. Výklad základních principů operačního systému a OSI modelu.

Literatura: Linux -dokumentační projekt, Computer Press, Praha 1999.

**Pokročilé metody programování** — 1/1 Z PRF006

Práce v prostředí UNIX, architektura počítače POWER CHALLENGE, vývojové a monitorovací prostředky, sériová optimalizace, práce s překladačem, paralelní optimalizace, praktické otázky paralelizace

Literatura: manuály k překladačům

**Programování II pro neinformatiky** 2/2 Z,Zk — PRM002

Předmět předpokládá znalost programování v rozsahu základního kursu programování na oboru matematika (M...), tj. základy algoritmizace a ovládnutí jazyka Pascal včetně objektového programování v něm. Studenti se na přednášce seznámí s paradigmaty programování řízeného událostmi (na příkladu Delphi), neprocedurálního programování (na příkladu Lispu nebo Prologu) a programovacími jazyky C a C++. Cílem není znalost všech technických detailů, ale pochopení základních principů.

Literatura: V.R. Demidovich, I.A. Maron, Computational Mathematics, Mir, Moskva 1981

## Doporučené výběrové předměty pro obor matematické a počítačové modelování ve fyzice a technice

### 1. rok studia

#### Úvod do fyziky plazmatu a počítačové fyziky 2/0 2/0 Zk FYM012

Základy počítačové fyziky. Charakteristika a typy plazmatu. Teoretický popis plazmatu. Elementární procesy a transportní jevy. Částicové a spojitě modelování ve fyzice plazmatu.

Literatura: Chen F. F.: Úvod do fyziky plazmatu, Academia, Praha 1984 (úlohy jsou z této knihy)  
Kippenhahn R., Mollenhoff C.: Elementare Plasmaphysik, B. I. Wissenschaftsverlag, Mannheim-Wien-Zurich 1975

#### Vybrané problémy matematického modelování — 0/2 Z MOD015

Presentace a diskuse diplomových prací. Témata prací jsou jak teoretická (fyzikální či matematická) a numerická, zpravidla se týkají modelů mechaniky kontinua. Nejčastěji jsou témata prací zvolena z oblastí: mechaniky tekutin, a to jak stlačitelných, tak nestlačitelných; konečné pružnosti; optimalizace a teorie řízení; teorie plasticity; vícefázové modely a úlohy s volnou hranicí.

Literatura: Aktuální časopisecká literatura.

## 11. Učitelství fyziky v kombinaci s odbornou fyzikou

### Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor učitelství fyziky v kombinaci s odbornou fyzikou

#### 1. rok studia

#### Pedagogika 2/0 0/2 Z,Zk PED012

Přednáška a seminář jsou zaměřeny na základní otázky pedagogického působení učitele: (Cíle a obsah výchovy a vzdělávání; základní podmínky a předpoklady učení žáka; sociální aspekty výchovy a vzdělávání; výuka, její formy a metody; hodnocení ve škole; vzdělávací soustava ČR a příklady jiných zemí; alternativní pedagogické směry; pedagogický výzkum aj. Témata jsou konkretizována na příkladech výuky fyziky, matematiky a informatiky.

Literatura: Petty, G.: Moderní vyučování. Portál, Praha 1996  
Průcha, J.: Přehled pedagogiky. Portál, Praha 2000  
Skalková, J.: Obecná didaktika. ISV nakladatelství, Praha 1999

#### Psychologie 2/0 Zk 0/2 Z PED009

Přednáška je věnována vybraným oblastem pedagogické psychologie (především problematika učení a poznávání), sociální a vývojové psychologie, které jsou významné práci učitele. Cílem semináře je aktivní osvojení základních poznatků a technik pedagogické psychologie. Témata: Učení a poznávání. Metakognice a autoregulace. Kreativita a její rozvoj. Modely vyučování a učení. Specifické poruchy učení. Věkové období pubescence a adolescence. Autorita a kázeň ve škole. Socializace. Náročná životní situace a jejich překonávání. Učitel, učitelská profese. Osobnost žáka. Motivace. Hodnocení žáka z pedagogicko-psychologického hlediska. Interakce učitel-žák, žák-žák.

Literatura: Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele. Portál, Praha 2001  
Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997  
Nakonečný, M.: Psychologie osobnosti. Academia, Praha 1995.  
Pokorná, V.: Teorie, diagnostika a náprava spec. poruch učení. Portál, Praha 1997  
Vágnerová, M.: Vývojová psychologie. Karolinum, Praha 1997.

#### Praktikum školních pokusů I 0/3 Z — DFY...

Demonstrační pokusy z mechaniky, termiky, kmitání, vlnění a elektřiny.

Literatura: Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole I, II, III. Prometheus Praha 1997, 1999  
Učebnice fyziky pro střední školy (především pro gymnázium)

### **Praktikum školních pokusů II** — 0/3 Z DFY...

Demonstrační pokusy z elektřiny, magnetismu a optiky.

Literatura: Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole III, IV. Prometheus Praha, 1999, 2000  
Učebnice fyziky pro střední školy (především pro gymnázium)

### **Didaktika fyziky I** — 2/1 Z,Zk DFY...

Přednáška je zaměřena na taxonomii výukových cílů, vyučovací metody a organizační formy ve výuce fyziky, na didaktické funkce fyzikálních pokusů a na metodiku řešení fyzikálních úloh. V seminářích se vytváří tematické plány, přípravy na vyučovací hodinu s následným mikrovýstupem a zpracovávají se konkrétní ukázky aktivních vyučovacích metod.

Literatura: Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky - obecné otázky. SPN, Praha 1978  
Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984  
Kašpar, E. a kol.: Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice. SPN, Praha 1982  
Janas, J.: Kapitoly z didaktiky fyziky I. MU Brno 1996  
Volf, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice. Gaudeamus, Hradec Králové 1997  
Mechlová, E.: Skupinové vyučování ve fyzice na ZŠ i SŠ. Praha, SPN 1988  
Petty, G.: Moderní vyučování. Portál Praha 1996  
Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. SPN, Praha 1991  
Bartuška, K.: Sběrka řešených úloh z fyziky pro střední školy, I. – IV. díl.  
Prometheus Praha 1997, 1998, 2000.  
Slovník školské fyziky. SPN Praha 1988  
Učebnice fyziky pro střední školy

### **Pedagogická praxe z fyziky I** 1 týden Z — DFY...

Jde o praxi, při níž posluchač hospituje u zkušeného fakultního učitele fyziky a absolvuje jeden samostatný výstup s následným rozбором.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

### **Pedagogická praxe z fyziky II** — 2 týdny Z DFY...

Při této praxi posluchač hospituje v hodinách fakultního učitele a absolvuje pod jeho vedením 10 samostatných výstupů s následným rozбором. Posluchač se učí připravovat, vést a hodnotit vyučovací hodinu.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

## **2. rok studia**

### **Didaktika fyziky II** 0/2 Z — DFY...

Seminář navazuje na obsah přednášky Didaktika fyziky I. Je zaměřen na aktuální otázky výuky fyziky a na diagnostiku fyzikálních znalostí. Tvoří se různé druhy zkoušek a provádí se jejich vyhodnocování.

Literatura: Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky - obecné otázky. SPN, Praha 1978  
Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984  
Chrástka, M.: Didaktické testy. Paido Brno 1999  
Půlpán, Z.: Základy sestavování a klasické vyhodnocování didaktických testů.  
Kotva Hradec Králové 1991

Nahodil, J.: Fyzika v běžném životě. Prometheus Praha 1996  
Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. SPN, Praha 1991  
Slovník školské fyziky. SPN Praha 1988  
Učebnice fyziky pro střední školy

**Pedagogická praxe z fyziky III** 2 týdny Z — DFY...

Závěrečná praxe, při které posluchač - kromě hospitací v hodinách fakultního učitele - realizuje 12 samostatných výstupů s rozбором. Důraz je kladen na komplexnost přístupu k výuce s využíváním teoretických i praktických poznatků, získaných v rámci pedagogicko-psychologických i didaktických disciplín, jakož i praktických zkušeností z předcházejících praxí, příp. z vedení fyzikálních kroužků apod.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

## **Doporučené výběrové předměty pro obor učitelství fyziky v kombinaci s odbornou fyzikou**

### **1. rok studia**

**Relativistická astrofyzika a kosmologie** — 2/0 Zk ...

Výběrová přednáška s obsahem: základní myšlenky a důsledky obecné teorie relativity, gravitační kolaps a černé díry, modely a vývoj vesmíru.

Literatura: Dvořák L.: Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru (skriptum) SPN, Praha 1984

**Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

**Pedagogický seminář I** 0/2 Z — ...

Prakticky pojatý seminář tvoří mozaika aktuálních témat, s nimiž se učitel setkává při výkonu své profese. Příklady: Drogy a mládež - prevence a terapie. Náboženské sekty a jejich vliv na mládež. Psychotronika očima učitele fyziky a matematiky. Videotrénink jako cesta k profesnímu zdokonalování učitele. Dimenze myšlení - nový pohled na inteligenci. Prostorová představivost a její rozvíjení. Role chyby v učení. Specifické poruchy učení a jejich kompenzace. Na seminář jsou zváni externí přednášející, kteří v dané oblasti patří mezi přední odborníky.

Literatura: Pro jednotlivé semináře určí externí přednášející.

**Pedagogický seminář II** — 0/2 Z ...

Druhý díl prakticky pojatého semináře, který pokračuje v aktuálních tématech, s nimiž se učitel setkává při výkonu své profese. Příklady: Konflikty ve škole a jejich řešení. Komunikace učitel - žák, učitel - rodiče. Vývoj středního školství v minulém desetiletí. Reforma maturitní zkoušky. Víceletá gymnázia: pro a proti. Mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání a jeho výsledky v ČR. Na seminář jsou zváni externí přednášející, kteří v dané oblasti patří mezi přední odborníky.

Literatura: Pro jednotlivé semináře určí externí přednášející.

**Sociální psychologie** — 0/2 Z PED...

Sociální učení. Analýza mezilidských vztahů. Komunikace. Percepce a atribuce. Sebepojetí. Sociální skupina a její charakteristiky, diagnostika vztahů ve skupině. Pozice, role, status. Skupinová dynamika. Rodina a školní třída jako skupina. Náročné a konfliktní sociální situace.

Literatura: Hayesová, N.: Základy sociální psychologie. Portál, Praha 1998

**Psychologické praktikum** 0/2 Z — ...

Praktický seminář využívající některých psychologických a částečně i dramaterapeutických technik k prohloubení sebezpoznání, lepšímu porozumění vztahům a dění ve skupině a nácviku některých technik práce se skupinou. Získané zkušenosti účastníkům umožní efektivnější cílené vedení třídních kolektivů.

Literatura: Bakalář, E.: Psychohry 2. Vyšehrad, Praha 1 k 995  
Machková, E: Základy dramatické výchovy. SPN, Praha 1980  
Portmannová, R., Schneiderová, E.: Hry zaměřené na zvýšení koncentrace a uvolnění. Portál, Praha 1993  
Way, B.: Rozvoj osobnosti dramatickou improvizací. ISV, Praha 1996

### **Rétorika a komunikace s lidmi** — 0/2 Z ...

Výběrový seminář zaměřený na praktické zvládnutí nejdůležitějších zásad práce s hlasem a mezilidské komunikace.

Literatura: Kohout, J.: Rétorika: umění mluvit a jednat s lidmi. Management Press, Praha 1995  
Maříková, M.: Rétorika: manuál komunikačních dovedností. Professional Publishing, Praha 2001

## **2. rok studia**

### **Školský management** 0/2 Z — ...

Seminář vedený odborníky z praxe je zaměřen do několika klíčových oblastí: 1) Školskopolitické dokumenty, jejich tvorba, souvislosti a právní dosah. 2) Základy pracovního práva, pracovně právní vztahy. 3) Ekonomicko- právní aspekty chodu školy.

Literatura: Nový, K.: Právní rádce pro ředitele škol. Praha. Prospektrum 1997  
Zákon o státní správě a samosprávě ve školství – novela z r. 1995  
Zákon o základních a středních školách – novela z r. 1995  
Zákon o vysokých školách – z r. 1998  
Další literatura podle zadání vyučujících.

### **Dějiny fyziky I** 2/0 Zk — ...

Vybrané partie z dějin klasické fyziky a její kulturní a historické souvislosti.

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

### **Dějiny fyziky II** — 2/0 Zk ...

Moderní fyzika a její kulturní a politické souvislosti.

Literatura: Zajac R., Šebesta J.: Historické pramene súčasnej fyziky 2. FMFI KU, Bratislava 1997  
Šebesta J. a kol.: Historické pramene súčasnej fyziky 3. FMFI KU, Bratislava (v tisku)

### **Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

### **Praktikum školních pokusů III** 0/3 Z — ...

Výběrové praktikum. Studenti se samostatně připravují na práci učitele, navrhují a provádějí složitější experimenty z vybraných témat středoškolské fyziky. Seznamují se také s novými učebními pomůckami a soupravami.

Literatura: Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů III, UK 1995  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole, I.- IV. díl, Prometheus Praha 1997, 1999, 2000

### **Praktikum školních pokusů IV — 0/3 Z ...**

Výběrové praktikum. Studenti navrhnou a provedou experimenty z vybraných témat školské fyziky (mechanika, molekulová fyzika, elektrostatika, elektrický proud v kovech a polovodičích, magnetismus) v návaznosti na požadavky ke státní zkoušce z fyziky a didaktiky fyziky.

Literatura: Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů III, UK 1995  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole, I.- IV. díl, Prometheus Praha 1997, 1999, 2000

## **12. Učitelství fyzika-matematika**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor učitelství fyzika-matematika**

#### **1. rok studia**

#### **Pedagogika 2/0 0/2 Z,Zk PED012**

Přednáška a seminář jsou zaměřeny na základní otázky pedagogického působení učitele: (Cíle a obsah výchovy a vzdělávání; základní podmínky a předpoklady učení žáka; sociální aspekty výchovy a vzdělávání; výuka, její formy a metody; hodnocení ve škole; vzdělávací soustava ČR a příklady jiných zemí; alternativní pedagogické směry; pedagogický výzkum aj. Témata jsou konkretizována na příkladech výuky fyziky, matematiky a informatiky.

Literatura: Petty, G.: Moderní vyučování. Portál, Praha 1996  
Průcha, J.: Přehled pedagogiky. Portál, Praha 2000  
Skalková, J.: Obecná didaktika. ISV nakladatelství, Praha 1999

#### **Psychologie 2/0 Zk 0/2 Z PED009**

Přednáška je věnována vybraným oblastem pedagogické psychologie (především problematika učení a poznávání), sociální a vývojové psychologie, které jsou významné práci učitele. Cílem semináře je aktivní osvojení základních poznatků a technik pedagogické psychologie. Témata: Učení a poznávání. Metakognice a autoregulace. Kreativita a její rozvoj. Modely vyučování a učení. Specifické poruchy učení. Věkové období pubescence a adolescence. Autorita a kázeň ve škole. Socializace. Náročné životní situace a jejich překonávání. Učitel, učitelská profese. Osobnost žáka. Motivace. Hodnocení žáka z pedagogicko-psychologického hlediska. Interakce učitel-žák, žák-žák.

Literatura: Čáp, J., Mareš, J.: Psychologie pro učitele. Portál, Praha 2001  
Fontana, D.: Psychologie ve školní praxi. Portál, Praha 1997  
Nakonečný, M.: Psychologie osobnosti. Academia, Praha 1995.  
Pokorná, V.: Teorie, diagnostika a náprava spec. poruch učení. Portál, Praha 1997  
Vágnerová, M.: Vývojová psychologie. Karolinum, Praha 1997.

#### **Fyzika kondenzovaného stavu 3/0 Zk — ...**

Struktura látek, metody jejího určování, typy poruch. Mechanické vlastnosti. Základy termodynamiky materiálů. Fázové transformace. Kvantový popis krystalu. Fonony, pásová teorie, základy supravodivosti. Tepelné, elektrické a magnetické vlastnosti.

Literatura: Kittel C.: Úvod do fyziky pevných látek, Academia Praha, 1985  
Anselm A.I.: Úvod do teorie polovodičů, Academia Praha 1976  
Frei V.: Fyzika pevných látek, SPN Praha 1981  
Kratochvíl P., Valvoda V.: Úvod do FPL I (skripta SPN)

#### **Jaderná fyzika — 2/0 Zk ...**

Stavba jádra, silové pole a jaderné přeměny, elementární částice - základní interakce, aplikace jaderné fyziky, detekce záření, průchod záření hmotou, urychlovače.

Literatura: Úlehla I., Suk M., Trka Z.: Atomy - jádra - částice, Akademia, 1990

Janča J., Kapička V., Štěrba F., Trka Z.: Obecná fyzika IV, SPN, 1989 (skripta)

**Praktikum školních pokusů I** 0/3 Z — DFY...

Demonstrační pokusy z mechaniky, termiky, kmitání, vlnění a elektřiny.

Literatura: Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole I, II, III. Prometheus Praha 1997, 1999  
Učebnice fyziky pro střední školy (především pro gymnázium)

**Praktikum školních pokusů II** — 0/3 Z DFY...

Demonstrační pokusy z elektřiny, magnetismu a optiky.

Literatura: Svoboda, M. a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole III, IV. Prometheus Praha, 1999, 2000  
Učebnice fyziky pro střední školy (především pro gymnázium)

**Didaktika fyziky I** — 2/1 Z,Zk DFY...

Přednáška je zaměřena na taxonomii výukových cílů, vyučovací metody a organizační formy ve výuce fyziky, na didaktické funkce fyzikálních pokusů a na metodiku řešení fyzikálních úloh. V seminářích se vytváří tematické plány, přípravy na vyučovací hodinu s následným mikrovýstupem a zpracovávají se konkrétní ukázky aktivních vyučovacích metod.

Literatura: Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky - obecné otázky. SPN, Praha 1978  
Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984  
Kašpar, E. a kol.: Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice. SPN, Praha 1982  
Janas, J.: Kapitoly z didaktiky fyziky I. MU Brno 1996  
Wolf, I.: Metodika řešení úloh ve středoškolské fyzice. Gaudeamus, Hradec Králové 1997  
Mechlová, E.: Skupinové vyučování ve fyzice na ZŠ i SŠ. Praha, SPN 1988  
Petty, G.: Moderní vyučování. Portál Praha 1996  
Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. SPN, Praha 1991  
Bartuška, K.: Sbirka řešených úloh z fyziky pro střední školy, I. – IV. díl. Prometheus Praha 1997, 1998, 2000.  
Slovník školské fyziky. SPN Praha 1988  
Učebnice fyziky pro střední školy

**Pedagogická praxe z fyziky I** 1 týden Z — DFY...

Jde o praxi, při níž posluchač hospituje u zkušeného fakulního učitele fyziky a absolvuje jeden samostatný výstup s následným rozбором.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

**Pedagogická praxe z fyziky II** — 2 týdny Z DFY...

Při této praxi posluchač hospituje v hodinách fakulního učitele a absolvuje pod jeho vedením 10 samostatných výstupů s následným rozбором. Posluchač se učí připravovat, vést a hodnotit vyučovací hodinu.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

**Didaktika matematiky** 2/0 0/2 Z/Zk

Tvorba didaktických systémů středoškolské matematiky. Proces osvojování obsahu a metod středoškolské matematiky. Výukové projekty středoškolské matematiky. Výukový proces středoškolské matematiky (komunikace se žákem). Projektování výukového procesu (příprava vyučovacích jednotek a jejich souborů). Hodnocení průběhu a výsledků výukového procesu v oblasti středoškolské matematiky. Globální a lokální didaktická analýza základních okruhů.

Literatura: Hejný, M. a kol.: Teória vyučovania matematiky 2, SPN, Bratislava, 1989.  
Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN, Praha, 1990.  
Učebnice matematiky pro SŠ.

### **Matematická analýza III** 2/2 Z/Zk —

Těleso komplexních čísel  $\mathbb{C}$ . Komplexní funkce reálné a komplexní proměnné, derivace, Cauchy-Riemannovy podmínky. Holomorfní funkce. Křivky v  $\mathbb{C}$ , křivkový integrál v  $\mathbb{C}$  a jeho nezávislost na křivce. Cauchyova věta. Cauchyův vzorec a jeho důsledky. Laurentovy řady, Cauchyův vzorec pro mezikruží, existence a jednoznačnost rozvoje v Laurentovu řadu. Klasifikace izolovaných singulárních bodů holomorfních funkcí. Reziduová věta, výpočet některých integrálů pomocí residuové věty. Meromorfní funkce, princip argumentu.

Literatura: Veselý, J.: Komplexní analýza pro učitele, Karolinum, Praha, 2000.  
Novák, B.: Funkce komplexní proměnné (pro učitelské studium MFF), SPN, Praha.

### **Algebra II** — 2/2 Z/Zk

Okruhy polynomů I. Podmínky dělitelnosti v oborech integrity. Gaussovy a euklidovské obory integrity. Derivace a násobnost kořenů. Komutativní tělesa. Charakterizace rozšíření konečného stupně. Kořenová a rozkladová nadtělesa. Tělesa  $GF(p^n)$ , struktura konečných těles. Okruhy polynomů II. Symetrické polynomy. Hlavní věta o symetrických polynomech a její aplikace. Svazy a Booleovy algebry. Úplné svazy a modulární svazy. Booleovy algebry, struktura konečných Booleových algeber. Univerzální algebra. Základní pojmy pro univerzální algebry. Termy a volné algebry.

Literatura: Procházka, L., a kol.: Algebra, Academia, Praha, 1990.  
Mac Lane, S., Birkhoff, G.: Algebra, Macmillan, New York, 1985.  
Lang, S.: Algebra, Springer, New York, 1993.  
Van der Waerden, B., L.: Algebra I, II, Springer, New York, 1971.

### **Metody řešení matematických úloh I** 0/2 Z —

Důkazové úlohy - důkaz přímý, nepřímý, sporem, matematickou indukcí. Rovnice, nerovnice, jejich soustavy (i s parametry). Užití grafů funkcí. Geometrické úrovně planimetrické i stereometrické - syntetické i analytické metody řešení. Základy Booleovy algebry - množinová algebra, algebra pravdivostních hodnot.

Literatura: Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN, Praha, 1990.

### **Pedagogická praxe z matematiky I** 1 týden Z — DFY...

Jde o praxi, při níž posluchač hospituje u zkušeného fakultního učitele matematiky a absolvuje jeden samostatný výstup s následným rozбором.

Literatura: Učebnice matematiky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

### **Pedagogická praxe z matematiky II** — 2 týdny Z DFY...

Při této praxi posluchač hospituje v hodinách fakultního učitele a absolvuje pod jeho vedením 10 samostatných výstupů s následným rozбором. Posluchač se učí připravovat, vést a hodnotit vyučovací hodinu.

Literatura: Učebnice matematiky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

## **2. rok studia**

### **Astronomie a astrofyzika** 2/0 Zk — UFY...

Postavení Země ve vesmíru. Astrodynamika. Žáření v astrofyzice. Základy astrofyziky. Stelární a galaktická astronomie. Sluneční soustava.

Literatura: Šolc a kol.: Fyzika hvězd a vesmíru, SPN 1983  
Šolc, Zahradník: Astronomie, astrofyzika a geofyzika I., MFF UK  
Široký, Široká: Základy astronomie v příkladech, SPN 1972, 1977

Wolf a kol: Astronomická příručka, Academia 1992

**Fyzikální obraz světa** 2/0 Zk — ...

Souhrnný pohled na strukturu a smysl fyzikálních zákonů, souvislosti jednotlivých částí fyziky, roli matematiky ve fyzice a možnosti fyziky přispět k pochopení světa, v němž žijeme.

Literatura: Feynman R.P. a kol.: Feynmanovy přednášky z fyziky 1-3, český překlad Fragment Praha, 2000-

**Didaktika fyziky II** 0/2 Z — DFY...

Seminář navazuje na obsah přednášky Didaktika fyziky I. Je zaměřen na aktuální otázky výuky fyziky a na diagnostiku fyzikálních znalostí. Tvoří se různé druhy zkoušek a provádí se jejich vyhodnocování.

Literatura: Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky - obecné otázky. SPN, Praha 1978  
Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. SPN, Praha 1984  
Chrástka, M.: Didaktické testy. Paido Brno 1999  
Půlpán, Z.: Základy sestavování a klasické vyhodnocování didaktických testů. Kotva Hradec Králové 1991  
Nahodil, J.: Fyzika v běžném životě. Prometheus Praha 1996  
Svoboda, E. a kol.: Přehled středoškolské fyziky. SPN, Praha 1991  
Slovník školské fyziky. SPN Praha 1988  
Učebnice fyziky pro střední školy

**Pedagogická praxe z fyziky III** 2 týdny Z — DFY...

Závěrečná praxe, při které posluchač - kromě hospitací v hodinách fakultního učitele - realizuje 12 samostatných výstupů s rozбором. Důraz je kladen na komplexnost přístupu k výuce s využíváním teoretických i praktických poznatků, získaných v rámci pedagogicko-psychologických i didaktických disciplín, jakož i praktických zkušeností z předcházejících praxí, příp. z vedení fyzikálních kroužků apod.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

**Logika a teorie množin** 2/0 Zk —

Výrokový počet. Predikátový počet. Axiomatická teorie. Axiomatická teorie tříd a množin. Booleovské kalkulace. Ekvivalence a subvalence, Cantor - Bernsteinova věta, Cantorova věta. Konečné množiny. Dobře uspořádané množiny. Peanova aritmetika a model přirozených čísel v teorii množin. Axiom nekonečna a početné množiny. Čísla celá, racionální a reálná. Kardinální čísla. Ordinální čísla. Axiom výběru a jeho ekvivalenty.

Literatura: Štěpánek, P.: Matematická logika (skriptum), SPN, 1982.  
Balcar, B., Štěpánek, P.: Teorie množin, Academia, Praha, 1986.

**Dějiny matematiky I** 2/0 KZ —

Matematika a historie matematiky. Literatura. Hrubý přehled vývoje matematiky. Periodizace. První matematické pojmy a poznatky. Čísla a geometrické objekty: Přirozená čísla, prvočísla, racionální čísla, iracionální čísla. 1. krize matematiky. Geometrie. Geometrie starověku. Euklidovy základy.

Literatura: Bečvář, J., Fuchs, E.: Historie matematiky I, II, Sborník, Jevíčko.

**Geometrie III** 2/2 Z,Zk —

Projektivní rozšíření afinního prostoru, homogenní souřadnice. Kuželosečky a kvadriky. Základy axiomatického vybudování geometrie. Neeukleidovské geometrie.

Literatura: Sekanina a kol.: Geometrie II.  
Čech, E.: Základy analytické geometrie I, II.

**Pedagogická praxe z matematiky III** 2 týdny Z — DFY...

Závěrečná praxe, při které posluchač - kromě hospitací v hodinách fakultního učitele - realizuje 12 samostatných výstupů s rozбором. Důraz je kladen na komplexnost přístupu k výuce s využíváním teoretických i praktických

poznatků, získaných v rámci pedagogicko-psychologických i didaktických disciplín, jakož i praktických zkušeností z předcházejících praxí.

Literatura: Učebnice fyziky pro střední školy  
Učební dokumenty střední školy

## Doporučené výběrové předměty pro obor učitelství fyzika-matematika

### 1. rok studia

#### **Elektronika** 2/0 Zk — ...

Diskrétní polovodičové prvky. Integrovaný operační zesilovač. Principy analogových elektronických měřicích přístrojů. Aplikace analogové elektroniky. Základy číslicové elektroniky. Druhy a aplikace číslicových obvodů. Mikropočítač a přídatná zařízení. Cílem je pochopit principy funkce nejpoužívanějších elektronických prvků a zařízení, v nichž jsou aplikovány. Obsah přednášky je možno částečně modifikovat podle zájmu posluchačů.

Literatura: Tichý M.: Elektronika, WWW skripta, která byla vytvořena speciálně pro tuto přednášku v roce 1998.  
WWW adresa <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy>  
Šícha M., Tichý M.: Elektronické zpracování signálu, Karolinum, nakladatelství UK, Praha, 1998.

#### **Kurz praktické elektroniky** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seznámení se základními elektronickými součástkami a jejich použitím v jednoduchých i složitějších elektronických obvodech. Studenti pod vedením učitele navrhnou a realizují jednoduchá zapojení pomocí standardních technik (pájení, kontaktní pole atd.). Témata: měření základních veličin v elektrickém obvodu, usměrňovač, tranzistor jako spínač, tranzistorový zesilovač, základní zapojení s operačními zesilovači, číslicové obvody a realizace logických funkcí a další dle dohody s vedoucími kursu. Kurs je vhodný pro studenty libovolného ročníku učitelského studia. Zúčastnit se mohou i studenti neučitelských oborů.

Literatura: Tichý M.: Elektronika, WWW skripta MFF UK 1998. WWW adresa <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy>  
Punčochář J.: Operační zesilovače v elektronice, BEN, Praha, 1997  
Materiály z časopisů Amatérské radio apod. zadávané vedoucími semináře

#### **Jaderná fyzika** — 0/2 Z ...

Stavba jádra, silové pole a jaderné přeměny, elementární částice - základní interakce, aplikace jaderné fyziky, detekce záření, průchod záření hmotou, urychlovače.

Literatura: Úlehla I., Suk M., Trka Z.: Atomy - jádra - částice, Akademia, 1990  
Janča J., Kapička V., Štěrba F., Trka Z.: Obecná fyzika IV, SPN, 1989 (skripta)

#### **Relativistická astrofyzika a kosmologie** — 2/0 Zk ...

Výběrová přednáška s obsahem: základní myšlenky a důsledky obecné teorie relativity, gravitační kolaps a černé díry, modely a vývoj vesmíru.

Literatura: Dvořák L.: Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru (skriptum) SPN, Praha 1984

#### **Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

#### **Pedagogický seminář I** 0/2 Z — ...

Prakticky pojatý seminář tvoří mozaika aktuálních témat, s nimiž se učitel setkává při výkonu své profese. Příklady: Drogy a mládež - prevence a terapie. Náboženské sekty a jejich vliv na mládež. Psychotronika očima učitele fyziky a

matematiky. Videotrénink jako cesta k profesnímu zdokonalování učitele. Dimenze myšlení - nový pohled na inteligenci. Prostorová představivost a její rozvíjení. Role chyby v učení. Specifické poruchy učení a jejich kompenzace. Na seminář jsou zváni externí přednášející, kteří v dané oblasti patří mezi přední odborníky.

Literatura: Pro jednotlivé semináře určí externí přednášející.

#### **Pedagogický seminář II** — 0/2 Z ...

Druhý díl prakticky pojatého semináře, který pokračuje v aktuálních tématech, s nimiž se učitel setkává při výkonu své profese. Příklady: Konflikty ve škole a jejich řešení. Komunikace učitel – žák, učitel – rodiče. Vývoj středního školství v minulém desetiletí. Reforma maturitní zkoušky. Víceletá gymnázia: pro a proti. Mezinárodní výzkum matematického a přírodovědného vzdělávání a jeho výsledky v ČR. Na seminář jsou zváni externí přednášející, kteří v dané oblasti patří mezi přední odborníky.

Literatura: Pro jednotlivé semináře určí externí přednášející.

#### **Sociální psychologie** — 0/2 Z PED...

Sociální učení. Analýza mezilidských vztahů. Komunikace. Percepce a atribuce. Sebepojetí. Sociální skupina a její charakteristiky, diagnostika vztahů ve skupině. Pozice, role, status. Skupinová dynamika. Rodina a školní třída jako skupina. Náročná a konfliktní sociální situace.

Literatura: Hayesová, N.: Základy sociální psychologie. Portál, Praha 1998

#### **Psychologické praktikum** 0/2 Z — ...

Praktický seminář využívající některých psychologických a částečně i dramaterapeutických technik k prohloubení sebepoznání, lepšímu porozumění vztahům a dění ve skupině a nácviku některých technik práce se skupinou. Získané zkušenosti účastníkům umožní efektivnější cílené vedení třídních kolektivů.

Literatura: Bakalář, E.: Psychohry 2. Vyšehrad, Praha 1 k 995  
Machková, E: Základy dramatické výchovy. SPN, Praha 1980  
Portmannová, R., Schneiderová, E.: Hry zaměřené na zvýšení koncentrace a uvolnění. Portál, Praha 1993  
Way, B.: Rozvoj osobnosti dramatickou improvizací. ISV, Praha 1996

#### **Rétorika a komunikace s lidmi** — 0/2 Z ...

Výběrový seminář zaměřený na praktické zvládnutí nejdůležitějších zásad práce s hlasem a mezilidské komunikace.

Literatura: Kohout, J.: Rétorika: umění mluvit a jednat s lidmi. Management Press, Praha 1995  
Maříková, M.: Rétorika: manuál komunikačních dovedností. Professional Publishing, Praha 2001

## **2. rok studia**

#### **Školský management** 0/2 Z — ...

Seminář vedený odborníky z praxe je zaměřen do několika klíčových oblastí: 1) Školskopolitické dokumenty, jejich tvorba, souvislosti a právní dosah. 2) Základy pracovního práva, pracovní právní vztahy. 3) Ekonomicko- právní aspekty chodu školy.

Literatura: Nový, K.: Právní rádce pro ředitele škol. Praha. Prospektrum 1997  
Zákon o státní správě a samosprávě ve školství – novela z r. 1995  
Zákon o základních a středních školách – novela z r. 1995  
Zákon o vysokých školách – z r. 1998  
Další literatura podle zadání vyučujících.

#### **Dějiny fyziky I** 2/0 Zk — ...

Vybrané partie z dějin klasické fyziky a její kulturní a historické souvislosti.

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

### **Dějiny fyziky II** — 2/0 Zk ...

Moderní fyzika a její kulturní a politické souvislosti.

Literatura: Zajac R., Šebesta J.: Historické pramene súčasnej fyziky 2. FMFI KU, Bratislava 1997  
Šebesta J. a kol.: Historické pramene súčasnej fyziky 3. FMFI KU, Bratislava (v tisku)

### **Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

### **Meteorologie a geofyzika** 2/0 Zk — ...

Vybrané partie meteorologie a geofyziky přizpůsobené k možným aplikacím ve středoškolské výuce fyziky.

Literatura: Faust H.: Der. Aufbau der Erdatmosphäre, Vieweg, Braunschweig, 1968  
Bednář J., Zikmunda O.: Fyzika mezní vrstvy atmosféry, Academia, Praha, 1986  
Ochaba Š.: Geofyzika, SPN, Bratislava, 1986

### **Praktikum školních pokusů III** 0/3 Z — ...

Výběrové praktikum. Studenti se samostatně připravují na práci učitele, navrhují a provádějí složitější experimenty z vybraných témat středoškolské fyziky. Seznamují se také s novými učebními pomůckami a soupravami.

Literatura: Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů III, UK 1995  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole, I.- IV. díl, Prometheus Praha 1997, 1999, 2000

### **Praktikum školních pokusů IV** — 0/3 Z ...

Výběrové praktikum. Studenti navrhují a provádějí experimenty z vybraných témat školské fyziky (mechanika, molekulová fyzika, elektrostatika, elektrický proud v kovech a polovodičích, magnetismus) v návaznosti na požadavky ke státní zkoušce z fyziky a didaktiky fyziky.

Literatura: Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů III, UK 1995  
Svoboda, E. a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole, I.- IV. díl, Prometheus Praha 1997, 1999, 2000

## **13. Učitelství fyzika-matematika pro 2. stupeň základních škol**

### **Předměty povinné ke státní závěrečné zkoušce pro obor učitelství fyzika-matematika pro 2. stupeň základních škol**

#### **1. rok studia**

#### **Pedagogika** 2/2 Z 0/2 Z,Zk PED006

Základní otázky pedagogického působení učitele (cíle výchovy, obsah, formy a metody výuky, žák a jeho činnost, profesní předpoklady a činnost učitele). V rámci seminářů praktická cvičení a exkurze (příprava učitele na vyučovací hodinu, dramatická stavba vyučovací hodiny, vzorové ukázky vyučovací hodiny, hlasový projev učitele, tradiční a alternativní pedagogické přístupy, diagnostické metody). Vše se zaměřením na výuku matematiky a fyziky na ZŠ.

Literatura: Americká pragmatická pedagogika (F. Singule). Praha, SPN 1991  
Calgren, F. a j.: Výchova ke svobodě. Pedagogika Rudolfa Steinera. Praha, Baltazar 1991

Helus,Z.: Pojetí žáka a perspektivy osobnosti. Praha, SPN 1982  
 Hrabal,V.: Pedagogickopsychologická diagnostika žáka. Praha, SPN 1989  
 Komenský,J.A.: Velká didaktika. Vybrané spisy J.A.Komenského. Sv. I. Praha, SPN 1958, s. 41 - 181  
 Maciaszek,M.: Vytváření didaktických dovedností učitele. Praha, SPN 1969  
 Mojžíšek,L.: Vyučovací metody. Praha, SPN 1988 a j. vyd  
 Okoň,W.: K základům problémového učení. Praha, SPN 1966  
 Pařízek,V.: Obecná pedagogika. Praha, PeF UK 1991  
 Průcha,J.: Pedagogické teorie a výzkumy na Západě. Praha, Karolinum 1992  
 Rýdl,K.: Reformní praxe v současných školských systémech. Praha, FF UK 1990  
 Solfronk,J.: Organizační formy vyučování. Praha, SPN 1990  
 Doplnková literatura:  
 Ediční řada „Školství v zahraničí, (Vyd. Ústav pro informace ve vzdělávání)

### **Vybrané partie z fyziky I** 2/0 Zk — ...

Cyklos přednášek poskytujících pohled na některé pojmy, metody a přístupy teoretické fyziky, zejména relativistické fyziky a kvantové mechaniky. (Základní idea variační formulace úloh mechaniky, deterministický chaos, prostor, čas a gravitace, co teoretik může říci o molekulách, vybrané partie ze statistické fyziky a souvisejících oblastí.)

Literatura: Feynman R.P. a kol.: Feynmanovy přednášky z fyziky 1-3. český překlad Fragment Praha, 2000 -  
 Přehledné články z časopisu Pokroky MFA a dalších (průběžně zadávány na přednášce)  
 Doplnková literatura:  
 Novotný J. a kol.: Mechanika ve fyzice. Academia, Praha, 2001  
 Dvořák L.: Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru. (skriptum) SPN, Praha 1984  
 Pišút, Gomolčák: Úvod do kvantové mechaniky, Alfa, Bratislava, 1988  
 Kittel Ch.: Thermal Physics. J.Willey, (řada vydání)  
 Haken, H: Synergetics. An Introduction. Springer, Berlin, 1983

### **Kurz bezpečnosti práce Z** — SZZ008

Podmínkou pro samostatnou práci v laboratoři (zahájení praktik a experimentální bakalářské práce) je získání zápočtu z kurzu bezpečnosti práce (SZZ008), který je organizován pro všechny studenty fyziky kabinetem výuky obecné fyziky. Platnost tohoto kurzu je dva roky.

### **Praktikum školních pokusů I** 0/2 Z — DFY...

Praktikum pro studenty učitelství fyziky pro 2.stupeň základní školy. Školní experimenty z oblasti elektřiny, magnetismu a optiky.

Literatura: Svoboda, M. a kol.: Speciální praktikum (Školní pokusy II), MFF UK Praha 1984  
 Mazač, J.- Hlavička, A.: Praktikum školních pokusů z fyziky, SPN Praha 1968  
 Fuka, J. a kol.: Pokusy z fyziky na ZŠ, SPN Praha 1985  
 Učebnice fyziky pro ZŠ

### **Praktikum školních pokusů II** — 0/2 Z DFY...

Praktikum pro studenty učitelství fyziky pro 2.stupeň základní školy. Školní experimenty z oblasti mechaniky, hydromechaniky, aeromechaniky a akustiky.

Literatura: M. Svoboda a kol.: Praktikum školních pokusů I, MFF UK, Praha 1993  
 Mazač, J. - Hlavička, A.: Praktikum školních pokusů z fyziky, SPN, Praha 1968  
 Fuka, J. a kol.: Pokusy z fyziky na základní škole, SPN, Praha 1985  
 Učebnice fyziky pro základní školu

### **Didaktika fyziky I** — 2/2 Z, Zk DFY...

Cíle a obsah výuky fyziky na ZŠ. Formy a metody výuky fyziky a jejich optimální volba vzhledem k žákům a vzhledem k učivu. Úlohy a pokusy ve výuce fyziky. Prostředky výuky (učebny, pomůcky, literatura). V seminářích se studenti učí plánovat výuku, provádět přípravu na vyučovací hodinu a realizovat ji formou mikrovýstupu, používat zejména problémové metody výuky.

Literatura: Janás,J.: Kapitoly z didaktiky fyziky. Brno, MU 1996  
Kašpar,E. a kol.: Didaktika fyziky. Obecné otázky. Praha, SPN 1978  
Fenclová,J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. Praha, SPN 1984  
Vachek,J. Kašpar,E. a kol.: Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice. Praha, SPN 1982  
Volf,I.: Jak řešit fyzikální úlohy. Hradec Králové, Gaudeamus, 1995  
Učebnice fyziky pro základní školy  
Časopisy: Matematika, fyzika, informatika, Školská fyzika

**Pedagogická praxe z fyziky I** 1 týden Z — DFY...

Jde o praxi, při které posluchač hospituje u zkušeného fakulního učitele fyziky a absolvuje jeden samostatný výstup s následným rozborem.

Literatura: Učebnice fyziky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

**Pedagogická praxe z fyziky II** — 2 týdny Z DFY...

Při této praxi posluchač hospituje v hodinách fakulního učitele a absolvuje pod jeho vedením 10 samostatných výstupů s následným rozborem. Posluchač se učí připravovat a vést vyučovací hodinu.

Literatura: Učebnice fyziky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

**Didaktika matematiky I** 0/2 Z 2/2 Z

Cíle výuky matematiky na ZŠ. Induktivní a deduktivní metody. Analýza koncepce, obsahu, metod a forem práce ve výuce aritmetiky a algebry na ZŠ.

Literatura: Hejný, M. a kol.: Teória vyučovania matematiky 2, SPN, Bratislava, 1989.  
Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN,Praha, 1990.  
Učebnice matematiky pro 5. - 9. ročník základních škol a pro nižší ročníky víceletých gymnázií.

**Metody řešení matematických úloh I** 0/2 Z —

Důkazové metody - důkaz přímý, nepřímý, sporem. Množinové a logické úlohy. Princip matematické indukce. Planimetrické a stereometrické konstrukční úlohy.

Literatura: Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN,Praha, 1990.

**Pedagogická praxe z matematiky I** 1 týden Z — ...

Jde o praxi, při které posluchač hospituje u zkušeného fakulního učitele matematiky a absolvuje jeden samostatný výstup s následným rozborem.

Literatura: Učebnice matematiky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

**Pedagogická praxe z matematiky II** — 2 týdny Z ...

Při této praxi posluchač hospituje v hodinách fakulního učitele a absolvuje pod jeho vedením 10 samostatných výstupů s následným rozborem. Posluchač se učí připravovat a vést vyučovací hodinu.

Literatura: Učebnice matematiky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

## 2. rok studia

**Didaktika fyziky II** 2/1 Z,Zk— DFY...

Diagnostika fyzikálních vědomostí a dovedností. Prostředky výuky (učebny, pomůcky, literatura). Klíčové fyzikální pojmy a jejich vytváření ve výuce fyziky. Intuitivní představy žáků a výuka fyziky. Mezipředmětové vazby fyziky a

přírodovědných předmětů. Vztah výuky fyziky k denní zkušenosti žáka a k technické praxi. Péče o nadané žáky. V seminářích se studenti učí provádět hodnocení výsledků výuky, zpracovávají konkrétní ukázky zkoušek, analyzují různé postupy zavádění klíčových pojmů.

Literatura: Janás, J.: Kapitoly z didaktiky fyziky. Brno, MU 1996  
Kašpar, E. a kol.: Didaktika fyziky. Obecné otázky. Praha, SPN 1978  
Fenclová, J.: Didaktické myšlení a jednání učitele fyziky. Praha, SPN 1984  
Chrástka, M.: Didaktické testy. Paido, Brno 1999  
Hrabal, V. a kol.: Testy a testování ve škole. Praha, PdF 1992  
Učebnice fyziky pro základní školy  
Metodické příručky k učebnicím fyziky  
Časopisy: Matematika, fyzika, informatika, Školská fyzika

### **Vybrané partie z fyziky II** 4/0 Zk — ...

Přednáška je věnována základům fyziky pevných látek, zabývá se především strukturou pevných látek a jejich vlastnostmi.

Literatura: Frei V: Fyzika pevných látek. SPN Praha, 1978  
Svoboda E., Bakule R.: Molekulová fyzika. Academia Praha, 1992  
Dekker A.: Fyzika pevných látek. Academia Praha, 1966  
Kratochvíl P., Lukáč P., Sprušil B.: Úvod do fyziky kovů I.. SNTL Praha, 1984

### **Vybrané partie z fyziky III** — 0/2 Z ...

Vybrané laboratorní práce na katedrách kovů, polovodičů, jaderné fyziky a v laboratořích fyzikálních praktik. 4 odborně zaměřené laboratorní práce z okruhů: Fyzika kovů. Fyzika polovodičů. Jaderná fyzika. Elektronika. Po dohodě lze nahradit laboratorními pracemi i z jiných okruhů.

Literatura: Brož, J.: Základy fyzikálních měření I. SPN 1967  
Návody k jednotlivým laboratorním úlohám

### **Astronomie a astrofyzika** 2/0 Zk — UFY...

Postavení Země ve vesmíru. Astrodynamika. Záření v astrofyzice. Základy astrofyziky. Stelární a galaktická astronomie. Sluneční soustava.

Literatura: Šolc a kol: Fyzika hvězd a vesmíru, SPN 1983  
Šolc, Zahradník: Astronomie, astrofyzika a geofyzika I., MFF UK  
Široký, Široká: Základy astronomie v příkladech, SPN 1972, 1977  
Wolf a kol: Astronomická příručka, Academia 1992

### **Praktikum školních pokusů III** 0/2 Z — DFY...

Praktikum pro studenty učitelství fyziky pro 2.stupeň základní školy. Školní experimenty z oblasti termiky a atomové a jaderné fyziky.

Literatura: M. Svoboda a kol.: Praktikum školních pokusů I, MFF UK, Praha 1993  
Mazáč, J. - Hlavička, A.: Praktikum školních pokusů z fyziky, SPN, Praha 1968  
Fuka, J. a kol.: Pokusy z fyziky na základní škole, SPN, Praha 1985  
Učebnice fyziky pro základní školu

### **Pedagogická praxe z fyziky III** 2 týdny Z — DFY...

Závěrečná praxe, při které posluchač - kromě hospitací v hodinách fakultního učitele - realizuje 12 samostatných výstupů s rozбором. Důraz je kladen na komplexnost přístupu k výuce s využíváním teoretických i praktických poznatků, získaných v rámci pedagogicko-psychologických i didaktických disciplín, jakož i praktických zkušeností z předcházejících praxí, příp. z vedení fyzikálních kroužků apod.

Literatura: Učebnice fyziky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

**Logika a teorie množin** 2/0 Zk —

Výrokový počet. Predikátový počet. Axiomatická teorie. Axiomatická teorie tříd a množin. Booleovské kalkulace. Ekvivalence a subvalence, Cantor - Bernsteinova věta, Cantorova věta. Konečné množiny. Dobře uspořádané množiny. Peanova aritmetika a model přirozených čísel v teorii množin. Axiom nekonečna a početné množiny. Čísla celá, racionální a reálná. Kardinální čísla. Ordinální čísla. Axiom výběru a jeho ekvivalenty.

Literatura: Štěpánek, P.: Matematická logika (skriptum), SPN, 1982.  
Balcar, B., Štěpánek, P.: Teorie množin, Academia, Praha, 1986.

**Dějiny matematiky I** 2/0 KZ —

Matematika a historie matematiky. Literatura. Hrubý přehled vývoje matematiky. Periodizace. První matematické pojmy a poznatky. Čísla a geometrické objekty: Přirozená čísla, prvočísla, racionální čísla, iracionální čísla. 1. krize matematiky. Geometrie. Geometrie starověku. Euklidovy základy.

Literatura: Bečvář, J., Fuchs, E.: Historie matematiky I, II, Sborník, Jevíčko.

**Didaktika matematiky II** 0/2 Z,Zk — ...

Obsahem výuky je jednak globální pohled na matematiku základní školy, jednak didaktický rozbor jednotlivých partií učiva a hodnocení možných přístupů k nim.

Literatura: Hejný, M. a kol.: Teória vyučovania matematiky 2, SPN, Bratislava, 1989.  
Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN, Praha, 1990.  
Učebnice matematiky pro 5. - 9. ročník základních škol a pro nižší ročníky víceletých gymnázií.

**Metody řešení matematických úloh II** 0/2 Z — ...

Spočetné a nespočetné množiny, vlastnosti množiny reálných čísel. Elementární funkce a jejich grafy, řešení rovnic a nerovnic (včetně grafického řešení) a jejich soustav. Základní principy kombinatoriky a řešení kombinatorických úloh.

Literatura: Odvárko, O. a kol.: Metody řešení matematických úloh, SPN, Praha, 1990.

**Geometrie III** — 2/2 Z,Zk

Projektivní rozšíření afinního prostoru, homogenní souřadnice. Kuželosečky a kvadriky. Základy axiomatického vybudování geometrie. Neeukleidovské geometrie.

Literatura: Sekanina a kol.: Geometrie II.  
Čech, E.: Základy analytické geometrie I, II.

**Pedagogická praxe z matematiky III** 2 týdny Z — ...

Závěrečná praxe, při které posluchač - kromě hospitací v hodinách fakultního učitele - realizuje 12 samostatných výstupů s rozбором. Důraz je kladen na komplexnost přístupu k výuce s využíváním teoretických i praktických poznatků, získaných v rámci pedagogicko-psychologických i didaktických disciplin, jakož i praktických zkušeností z předcházejících praxí.

Literatura: Učebnice matematiky pro základní školy  
Učební dokumenty pro základní školy

**Školský management** 0/2 Z — ...

Seminář vedený odborníky z praxe je zaměřen do několika klíčových oblastí: 1) Školskopolitické dokumenty, jejich tvorba, souvislosti a právní dosah. 2) Základy pracovního práva, pracovní právní vztahy. 3) Ekonomicko- právní aspekty chodu školy.

Literatura: Nový, K.: Právní rádce pro ředitele škol. Praha. Prospektrum 1997  
Zákon o státní správě a samosprávě ve školství – novela z r. 1995  
Zákon o základních a středních školách – novela z r. 1995  
Zákon o vysokých školách – z r. 1998  
Další literatura podle zadání vyučujících.

## Doporučené výběrové předměty pro obor učitelství fyzika-matematika pro 2. stupeň základních škol

### 1. rok studia

#### **Elektronika** 2/0 Zk — ...

Diskrétní polovodičové prvky. Integrovaný operační zesilovač. Principy analogových elektronických měřicích přístrojů. Aplikace analogové elektroniky. Základy číslicové elektroniky. Druhy a aplikace číslicových obvodů. Mikropočítač a přídatná zařízení. Cílem je pochopit principy funkce nepoužívanějších elektronických prvků a zařízení, v nichž jsou aplikovány. Obsah přednášky je možno částečně modifikovat podle zájmu posluchačů.

Literatura: Tichý M.: Elektronika, WWW skripta, která byla vytvořena speciálně pro tuto přednášku v roce 1998. WWW adresa <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy>  
Šícha M., Tichý M.: Elektronické zpracování signálu, Karolinum, nakladatelství UK, Praha, 1998.

#### **Kurz praktické elektroniky** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seznámení se základními elektronickými součástkami a jejich použitím v jednoduchých i složitějších elektronických obvodech. Studenti pod vedením učitele navrhnou a realizují jednoduchá zapojení pomocí standardních technik (pájení, kontaktní pole atd.). Témata: měření základních veličin v elektrickém obvodu, usměrňovač, tranzistor jako spínač, tranzistorový zesilovač, základní zapojení s operačními zesilovači, číslicové obvody a realizace logických funkcí a další dle dohody s vedoucími kursu. Kurs je vhodný pro studenty libovolného ročníku učitelského studia. Zúčastnit se mohou i studenti neučitelských oborů.

Literatura: Tichý M.: Elektronika, WWW skripta MFF UK 1998. WWW adresa <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy>  
Punčochář J.: Operační zesilovače v elektronice, BEN, Praha, 1997  
Materiály z časopisů Amatérské radio apod. zadávané vedoucími semináře

#### **Jaderná fyzika** — 0/2 Z ...

Stavba jádra, silové pole a jaderné přeměny, elementární částice - základní interakce, aplikace jaderné fyziky, detekce záření, průchod záření hmotou, urychlovače.

Literatura: Úlehla I., Suk M., Trka Z.: Atomy - jádra - částice, Akademia, 1990  
Janča J., Kapička V., Šterba F., Trka Z.: Obecná fyzika IV, SPN, 1989 (skripta)

#### **Relativistická astrofyzika a kosmologie** — 2/0 Zk ...

Výběrová přednáška s obsahem: základní myšlenky a důsledky obecné teorie relativity, gravitační kolaps a černé díry, modely a vývoj vesmíru.

Literatura: Dvořák L.: Obecná teorie relativity a moderní fyzikální obraz vesmíru (skriptum) SPN, Praha 1984

#### **Fyzikální obraz světa** 2/0 Zk — ...

Souhrnný pohled na strukturu a smysl fyzikálních zákonů, souvislosti jednotlivých částí fyziky, roli matematiky ve fyzice a možnosti fyziky přispět k pochopení světa, v němž žijeme.

Literatura: Feynman R.P. a kol.: Feynmanovy přednášky z fyziky 1-3, český překlad Fragment Praha, 2000 -

#### **Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

#### **Psychologické praktikum** 0/2 Z — ...

Praktický seminář využívající některých psychologických a částečně i dramaterapeutických technik k prohloubení sebezpoznání, lepšímu porozumění vztahům a dění ve skupině a nácviku některých technik práce se skupinou. Získané zkušenosti účastníkům umožní efektivnější cílené vedení třídních kolektivů.

Literatura: Bakalář, E.: Psychohry 2. Vyšehrad, Praha 1 k 995  
Machková, E: Základy dramatické výchovy. SPN, Praha 1980  
Portmannová, R., Schneiderová, E.: Hry zaměřené na zvýšení koncentrace a uvolnění. Portál, Praha 1993  
Way, B.: Rozvoj osobnosti dramatickou improvizací. ISV, Praha 1996

### **Rétorika a komunikace s lidmi** — 0/2 Z ...

Výběrový seminář zaměřený na praktické zvládnutí nejdůležitějších zásad práce s hlasem a mezilidské komunikace.

Literatura: Kohout, J.: Rétorika: umění mluvit a jednat s lidmi. Management Press, Praha 1995  
Maříková, M.: Rétorika: manuál komunikačních dovedností. Professional Publishing, Praha 2001

## **2. rok studia**

### **Dějiny fyziky I** 2/0 Zk — ...

Vybrané partie z dějin klasické fyziky a její kulturní a historické souvislosti.

Literatura: Zajac R., Šebesta J.: Historické pramene současnej fyziky 1. Alfa, Bratislava 1990

### **Dějiny fyziky II** — 2/0 Zk ...

Moderní fyzika a její kulturní a politické souvislosti.

Literatura: Zajac R., Šebesta J.: Historické pramene současnej fyziky 2. FMFI KU, Bratislava 1997  
Šebesta J. a kol.: Historické pramene současnej fyziky 3. FMFI KU, Bratislava (v tisku)

### **Problémy fyzikálního vzdělávání** 0/2 Z 0/2 Z ...

Seminář pro posluchače učitelství fyziky, doktorandy, pracovníky KDF, učitele z praxe a všechny zájemce. Realizuje se formou referátů pracovníků KDF, doktorandů, diplomantů a hostů o nejrůznějších problémech týkajících se výuky fyziky a fyzikálního vzdělávání vůbec.

Literatura: Dle zadání referujících na jednotlivých seminářích.

### **Meteorologie a geofyzika** 2/0 Zk — ...

Vybrané partie meteorologie a geofyziky přizpůsobené k možným aplikacím ve středoškolské výuce fyziky.

Literatura: Faust H.: Der Aufbau der Erdatmosphäre, Vieweg, Braunschweig, 1968  
Bednář J., Zikmunda O.: Fyzika mezní vrstvy atmosféry, Academia, Praha, 1986  
Ochaba Š.: Geofyzika, SPN, Bratislava, 1986

### **Praktikum školních pokusů IV** — 0/3 Z ...

Výběrové praktikum. Studenti navrhnou a provádějí experimenty z vybraných témat školské fyziky (mechanika, molekulová fyzika, elektrostatika, elektrický proud v kovech a polovodičích, magnetismus) v návaznosti na požadavky ke státní zkoušce z fyziky a didaktiky fyziky.

Literatura: Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů I, UK 1993  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů II, UK 1994  
Svoboda M., a kol.: Praktikum školních pokusů III, UK 1995  
Svoboda, E., a kol.: Pokusy z fyziky na střední škole, I.- IV. díl, Prometheus Praha 1997, 1999, 2000