

Študenti magisterského štúdia

3.ročník

G.Baláž, M.Jurcovicová, M.Kaliský, Ž.Kantová, S.Kapusta, V.Malý, J.Šuppa, R.Tokárová

4.ročník

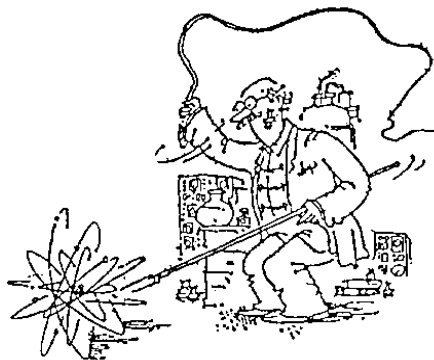
L.Barteková, P.Bednár, R.Kelemen, F.Knapp, M.Martišiková, J.Merešová, J.Mráz, D.Ondo, Z.Palajová, Z.Ruriková, V.Szabo, B.Streicher, J.Šutiak

5.ročník

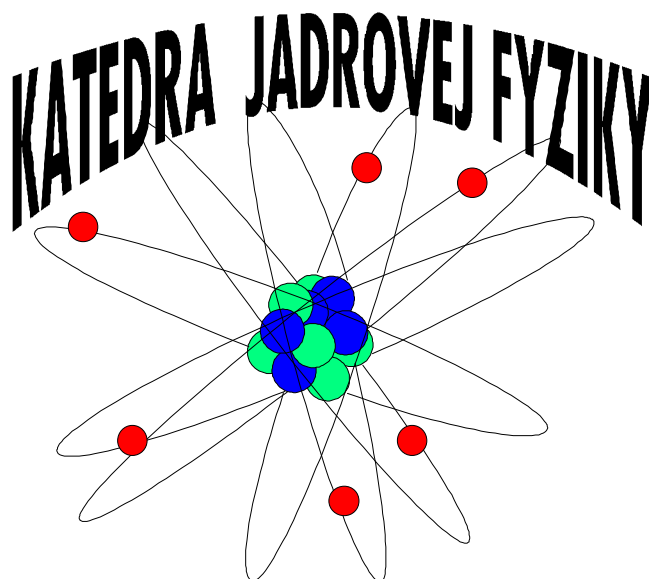
I.Brida, C.Hendrichovský, M.Kováč, L.Luthová, J.Martinkovic, M.Mocko, A.Moravčík, A.Ridziková, R.Horváth

Absolventi v šk. r. 1999/2000

S.Antalic, F.Boháková, M.Grajcar, J.Chovan, M.Kreps, F.Ženiš



Fakulta matematiky fyziky a informatiky Univerzity Komenského v
Bratislave



ZAMERANIE

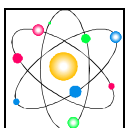
JADROVÁ A SUBJADROVÁ
FYZIKA

2001

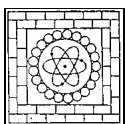
Úvod

Informácia, ktorú Vám predkladáme má za cieľ oboznámiť Vás bližšie so zameraním a možnosťami užších špecializácií v rámci magisterského štúdia na zameraní jadrová a subjadrová fyzika. Chceme Vám tiež poskytnúť obraz o orientácii výskumu, perspektívach štúdia a možnosti ďalšieho uplatnenia po jeho absolvovaní. Súčasný moderné experimenty v oblasti jadrovej fyziky si vyžadujú náročné a tým aj drahé zariadenia. Preto sa rozsiahlejšie experimenty realizujú v spolupráci viacerých pracovísk, alebo sa vykonávajú v spoločných medzinárodných inštitúciách, ako je napr. CERN, SÚJV a pod. Experimentálne zariadenia v takýchto experimentoch nevyhnutne spolupracujú s počítačom, poprípade s počítačovou sieťou. Okrem zvládnutia problematiky spojenej so samotnou fyzikálnou podstatou skúmaných dejov musí dnešný fyzik v týchto experimentoch dobre ovládať matematické metódy štatistického spracovania dát a tiež vedieť maximálne efektívne využiť možnosti poskytované výpočtovou technikou. V súlade s týmto trendom sme rozšírili výuku v oblasti hardwaru a softwaru tak, aby naši absolventi dobre obstáli v zahraničnej konkurencii. V rámci zamerania jadrová a subjadrová fyzika je preto zaradených v 3. až 5. ročníku viacero predmetov z počítačovej fyziky. Na KJF je oddelenie počítačovej a kladie sa maximálny dôraz na perfektné znalosti v oblasti práce s počítačmi a v prostredí počítačových sietí. Študenti tak získavajú prehľad o numerických metódach, spôsoboch zberu dát a spôsoboch sietovej komunikácie medzi počítačom a prostredím. Tradičné smery zamerania jadrová a subjadrová fyzika sú orientované na problémy v teoretickej a experimentálnej jadrovej a subjadrovej fyzike a tiež na využitie jadrových metód v životnom prostredí, s aplikáciami na nukleárnu medicínu a jadrovú energetiku.

Užšia špecializácia v rámci zamerania jadrová a subjadrová fyzika



jadrová a subjadrová fyzika



aplikovaná a environmentálna fyzika



pocítacová fyzika

Údaje o Katedre jadrovej fyziky

Vedúci katedry Doc. RNDr. N. Pišútová, CSc.
Sekretariát F1-376, tel.:65423446
 e-mail: kjf@fmph.uniba.sk
 URL: <http://www.dnp.fmph.uniba.sk>

Katedra má tri oddelenia:

Oddelenie jadrovej a subjadrovej fyziky

Prof.RNDr.Š.Šáro,DrSc. (vedúci oddelenia), Mgr.J.Braciník, Ing.A.Duka-Zólyomi (t.c. NR SR), Doc.RNDr.M.Florek,CSc, RNDr.V.Hlinka, RNDr.P.Pavlovic, Ing.M.Pinák,PhD. (NIRS, Chiba, Japonsko), Prof.RNDr.P.Povinec,DrSc. (t.c. IAEA Monaco), Prof.RNDr.J.Ružicka,DrSc., Doc.RNDr.J.Staníček,CSc., RNDr.I.Sýkora,PhD., Doc.RNDr.J.Vanko,CSc.

Oddelenie environmentálnej fyziky

Doc.RNDr.K.Holý,CSc. (vedúci oddelenia), RNDr.L.Durana, Doc.RNDr.M.Chudý,CSc., RNDr.M.Richtáriková, RNDr.A.Šivo, RNDr.P.Vojtyla, CSc. (t.c. CERN, Ženeva),

Oddelenie počítačovej fyziky

Doc.Ing.D.Kollár,CSc. (vedúci oddelenia), RNDr.P.Chochula,PhD (t.c. CERN, Ženeva), RNDr.P.Kubinec,CSc, Prof.RNDr.J.Masarik,DrSc, Doc.RNDr.N.Pišútová,CSc, RNDr.J.Szarka,CSc. (t.c. INSYS), RNDr.F.Šimkovic,CSc, P.Št. avina,PhD., RNDr.S.Tokár,CSc.

Na katedre pracuje 5 technických pracovníkov.

Študenti doktorandského štúdia

Mgr.P.Domin, Mgr.D.Kollár, Mgr.M.Matoš, Mgr.P.Cagarda, Mgr.J.Leja, Mgr.I.Bosá, Mgr.M.Ciliak, Mgr.I.Fedorko, Mgr.M.Šmotlák, Mgr.S.Antalic, Mgr.G.Berek, Mgr.J.Chovan, Mgr.T.Ženiš

externisti

RNDr.J.Zeman (Slovenský metrologický ústav), RNDr.E.Cabáneková, RNDr.M.Vicanová, RNDr.P.Ragan, Ing.I.Gomola (všetci Ústav preventívnej a klinickej medicíny), Mgr.M.Futas (Národný ústav hygieny a epidemiológie Bratislava), Mgr.G.Palacková (Stavebná fakulta STU), RNDr.E.Puskeiler (VŠP Nitra), Mgr.M.Hojsík, RNDr.I.Špakula (Výskumný ústav jadrových elektrární Trnava, a.s.), Mgr.T.Rapant, (EBO Jaslovské Bohunice), RNDr.F.Durec (Štátny zdravotný ústav B.Bystrica), RNDr.Š.Húšťava (STV Trnava)

Farmaceutická fakulta,
Univerzita Komenského, Bratislava

miesto v oblasti kontroly
rádiofarmák

Úrad jadrového dozoru, Bratislava

miesto v oblasti monitorovacích systémov rádioaktivity územia

Prehľad zahraničných inštitúcií v ktorých boli naši študenti na študijných pobytoch posledných troch rokoch

Európske centrum jadrového výskumu CERN Ženeva, Švajciarsko
Federálny inštitút pre environmentálne technológie, Zürich, Švajciarsko
Ústav pre výskum ťažkých iónov GSI Darmstadt, Nemecko
Spojený ústav jadrového výskumu SÚJV Dubna, Rusko
Univerzita v Helsinkách, Fínsko
Technická Univerzita Drážďany, Nemecko
Univerzita v Linkopingu, Švédsko
Univerzita Tokyo, Japonsko

Zameranie vedecko-výskumnej cinnosti na Katedre jadrovej fyziky

Na Katedre jadrovej fyziky sa realizuje vedecko-výskumná cinnosť v troch hlavných smeroch: v jadrovej a subjadrovej fyzike, v environmentálnej fyzike a v počítačovej fyzike.

Jednou z oblastí štúdia jadrovej a subjadrovej fyziky sú interakcie relativistických ťažkých iónov s ťažkými jadrami a s tým spojený možný prechod normálnej jadrovej hmoty do novej fázy tvorenej kvark-gluónovou plazmou. Dalším smerom je syntéza a štúdium vlastností ťažkých a supert ťažkých atómových jadier, vrátane vytvorenia nových izotopov a nových chemických prvkov. Kvalitné prístrojové vybavenie umožňuje aj výskum zriedkavých jadrových premien a procesov, ktorých intenzita je aj o niekoľko rádov menšia, než je úroveň rádioaktivity prírodného pozadia. Vo všetkých oblastiach výskumu KJF aktívne spolupracuje so zahraničnými pracoviskami.

Environmentálna jadrová fyzika má najdlhšiu tradíciu na KJF. Orientuje sa na niekoľko základných problematík. Je to predovšetkým sledovanie koncentrácie rádionuklidov v prostredí a to už na stopovej úrovni. Ďalšou oblasťou je využitie rádionuklidových metód na určovanie veku geologických a archeologických objektov, na určovanie smeru a rýchlosti prúdenia podzemných vôd a pod. Vzhľadom na potrebu merania extrémne nízkych rádioaktivít, pre ktoré sú štandardné meracie systémy nevyhovujúce, vyvíjame špeciálne detektory a nízkopozadové aktívne aj pasívne tieniace systémy umiestnené v špeciálnom nízkopozadovom laboratóriu. Katedra v tomto zameraní patrí medzi významné svetové pracoviská a má rozsiahle kontakty s domácimi a zahraničnými pracoviskami, o.i. s Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu so sídlom vo Viedni.

Najmladším, ale najdynamickejšie sa rozvíjajúcim odborným zameraním na KJF je počítačová fyzika. Počítač je dnes samozrejme základným nástrojom pri navrhovaní a optimalizácii experimentu, pri teste teoretického modelu, pri vývoji detektora i analýze jeho fyzikálneho výstupu. V tejto oblasti sa pracovníci katedry podieľajú na riešení celého radu problémov, väčšinou v rámci medzinárodných kolaborácií. Zúčastňujú sa na vytváraní programov pre modelovanie experimentov v oblasti fyziky elementárnych častíc a relativistickej jadrovej fyziky. Cieľom tohoto modelovania je preskúmať experimentálne možnosti štúdia rôznych aspektov casticových a casticovo-jadrových procesov. Podieľajú sa na tvorbe programov pre casovo priestorovú analýzu a rekonštrukciu experimentálnych dát z reálnych fyzikálnych experimentov, ako aj na ich bezprostrednej aplikácii pri vyhodnocovaní nameraných experimentálnych údajov a ich teoretickej interpretácii. Vela priestoru sa venuje analýze odozvy detektorov na skúmaný fyzikálny proces. S týmto problémom úzko súvisí optimalizácia parametrov detektora počítačovou simuláciou. Ďalej je to modelovanie produkcie kozmogénnych rádionuklidov a interakcie kozmického žiarenia s látkou, zamerané na riešenie fundamentálnych otázok kozmickej fyziky ako sú zdroje kozmického žiarenia, supernovy atď.

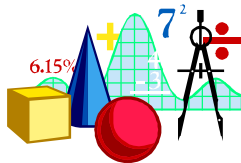
Zameranie štúdia

Katedra gesturuje magisterské štúdium odboru fyzika v zameraní jadrová a subjadrová fyzika a podieľa sa na bakalárskom a doktorandskom štúdiu v odbore fyzika. Magisterské štúdium zamerania jadrová a subjadrová fyzika začína tretím ročníkom. Študenti si vyberajú dva až štyri z alternatívnych predmetov v každom semestri. Povinné predmety vytvárajú ucelený kurz základov jadrovej a subjadrovej fyziky.

Povinné predmety zamerania

Teoretický kurz

- ?? Jadrová a subjadrová fyzika 1-3
- ?? Jadrové reakcie
- ?? Teoretická jadrová a subjadrová fyzika
- ?? Seminár z moderných trendov jadrovej fyziky



Experimentálny kurz

- ?? Experimentálne metódy jadrovej fyziky
- ?? Elektronika a automatizácia
- ?? Základy dozimetrie
- ?? Aplikovaná jadrová fyzika
- ?? Praktikum z jadrovej fyziky a elektroniky
- ?? Praktikum z jadrovej fyziky
- ?? Praktikum z jadrovej spektrometrie
- ?? Výberové praktikum

Kurz počítačovej fyziky

- ?? Základy technického a programového vybavenia
- ?? Numerické metódy
- ?? Fyzikálny software
- ?? Počítačové siete

- ?? Diplomový seminár



Užšia špecializácia v rámci zamerania jadrová a subjadrová fyzika t.j.

-jadrová a subjadrová fyzika

-aplikovaná a environmentálna fyzika

-počítačová fyzika

sa realizuje voľbou alternatívnych predmetov v treťom až piatom ročníku.

Výsledkom tejto spolupráce je okrem iného účasť na objavoch 110., 111. a 112. prvkov v GSI Darmstadt a na objavení 114. prvku v SÚJV Dubna, oficiálne členstvo v experimentoch ATLAS a ALICE v CERNe, účasť v projekte Európskej kozmickej agentúry ROSETTA, výskumné kontrakty s IAEA Viedňou, medzinárodné projekty (PECO, Ost-West projekt s HEPHY Viedňou) i viaceré výsledky publikovaných v roku 2000 vo viac ako 40 spoločných publikáciách.

Uplatnenie absolventov zamerania jadrová a subjadrová fyzika

Absolventi odborného štúdia fyziky so zameraním na jadrovú a subjadrovú fyziku sa uplatňujú predovšetkým v základnom jadrovom-fyzikálnom výskume. Po skončení vysokoškolského štúdia môžu pokračovať v doktorandskom štúdiu na našej fakulte alebo inde. Reálne sú možnosti získania titulu PhD aj v zahraničí. Po doktorandskom štúdiu sú možnosti získať pracovné post-doktorandské pobyty v rôznych svetových jadrovom-fyzikálnych inštitútoch. Možnosti získať trvalé zamestnanie sú aj na samotných vysokých školách a v ústavoch SAV. Rozsiahle a konkrétne sú možnosti uplatnenia našich absolventov v organizáciách a ústavoch zaoberajúcich sa metrologiou ionizujúceho žiarenia, radiačnou hygienou, monitorovaním životného prostredia, dozimetriou ionizujúceho žiarenia, aplikáciami rádionuklidov a zväzkov v medicíne a pod. Ponuky pracovných miest v týchto oblastiach prevyšujú v posledných rokoch počet vychovaných špecialistov. Trvalé pracovné miesta možno získať aj v ďalších oblastiach vedy, techniky a širšie chápanej praxe, lebo naši absolventi sú kvalifikovanými špecialistami nielen v jadrovom-fyzikálnych disciplínach, ale aj v experimentálnej technike, modernej analógovej a digitálnej elektronike a tvorivo ovládajú veľmi rozsiahly analytický software.

Prehľad miest v SR, na ktoré naši absolventi nastúpili v rokoch 1995-2000

Matematicko-fyzikálna fakulta, Univerzita Komenského, Bratislava	miesto odborného asistenta, doktorandské štúdium	
Slovenské energetické podniky GR, Bratislava	miesto v odbore jadrového paliva	
Merit, s.r.o., Trnava	miesto v oblasti modelovania v radiačnej ochrane	
Špecializovaný ústav hygieny a	miesto v oblasti ochrany zdravia pred epidemiológiou Banská Bystrica	žiarením
Ústav klinickej onkológie Bratislava	miesto v oblasti rádioterapie	
Fyzikálny ústav SAV, Bratislava	interná aspirantúra	
Nemocnica s poliklinikou Prešov	miesto v oblasti nukleárnej medicíny	
Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice	interná aspirantúra	
Národný ústav hygieny a	miesto v oblasti ochrany zdravia pred epidemiológiou Bratislava	žiarením

Spolupráca katedry so zahraničnými vedeckými ústavmi.

Ako už bolo spomenuté v úvode moderné experimenty z oblasti jadrovej fyziky sú veľmi zložité a tým aj nákladné. Ich financovanie môžu zabezpečiť len veľké krajiny alebo spoločné vedecké pracoviská viacerých krajín. Pracovníci katedry, ale aj študenti vyšších ročníkov magisterského štúdia a doktorandi majú možnosť sa zúčastňovať na veľkých a zložitých experimentoch v zahraničných vedeckých centrách počas krátkodobých alebo aj dlhodobých pobytov. Často potom na katedre pokračujú v spracovávaní výsledkov meraní alebo pripravujú ďalšie experimenty. Ako príklad takejto spolupráce možno spomenúť účasť predovšetkým mladých pracovníkov katedry pri simulácii interakcií kozmického žiarenia s látkovým prostredím v Los Alamos National Laboratory, pri modelovaní vplyvu rádiácie na biologicky významné makromolekuly v National Institute of Radiological Science v Chibe (Japonsko), pri rozpracovaní mnohonukleónových jadrových teórií na univerzite v Tübingene, pri výskume jadrových reakcií v SÚJV Dubna, GSI Darmstadt a pod. Okrem toho sa katedra v súčasnosti zapája do vedeckej spolupráce pri simulácii procesov v kremíkových detektoroch a pri vyhľadávaní dráh nabitých častíc a sekundárnych vertexov v detektoroch na experimente DELPHI, ktorý prebieha na urýchľovaci LEP v CERNe a na vývoji hadrónového kalorimetra experimentu ATLAS pre budúce tisícrocie na urýchľovaci LHC budovaného v CENÉ. V environmentálnej fyzike spolupracuje s IAEA vo Viedni najmä pri sledovaní koncentrácie ^7Be , ^{14}C , ^{85}Kr a ^{222}Rn v atmosfére. Kvôli prehľadnosti uvádzame zoznam zahraničných inštitúcií s ktorými má katedra živé pracovné kontakty, resp. v ktorých sú momentálne na pracovných pobytoch naši pracovníci alebo doktorandi zamerania jadrová a subjadrová fyzika.

Európske centrum jadrového výskumu CERN Ženeva, Švajciarsko
Los Alamos National Laboratory (LANL), NM, USA
Univerzita v Berkeley, California, USA
Ústav pre výskum ťažkých iónov GSI Darmstadt, Nemecko
Fermi National Accelerator Laboratory (FNAL), Batavia, IL, USA
Národný inštitút pre jadrovú fyziku INFN Pisa, Taliansko
Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu IAEA, Vieden, Rakúsko
Ústav fyziky vysokých energií HEPHY, Vieden, Rakúsko
Spojený ústav jadrového výskumu (SÚJV) Dubna, Rusko
Ústav jadrovej fyziky CAV Praha, Česko
Federálny inštitút pre environmentálne technológie, Zürich, Švajciarsko
Inštitút pre atmosferickú rádioaktivitu, Freiburg, Nemecko
Národný inštitút rádiologického výskumu Chiba, Japonsko
Inštitút Maxa Plancka pre Chémiu, Mainz, Nemecko
Laboratórium morskej rádioekológie IAEA, Monaco
Univerzita v Heidelbergu, Nemecko
Univerzita v Berne, Švajciarsko
Technická univerzita Drážďany, Nemecko
Univerzita v Tübingene, Nemecko
Univerzita v Helsinkách, Fínsko
Univerzita Tokyo, Japonsko
Nukleárne centrum UK Praha, Česko

Tvorivý charakter týchto vzťahov dokresľuje skutočnosť, že v case uzávierky tohoto materiálu (v januári t.r.) bolo 11 našich pracovníkov, doktorandov a študentov na krátkodobom alebo dlhodobom pobyte na niektorom z týchto pracovísk.

Alternatívne profilujúce prednášky pre jadrovú a subjadrovú fyziku

- ?? Interakcia žiarenia s látkou
- ?? Urýchľovacie častice
- ?? Experimentálne metódy fyziky ťažkých iónov
- ?? Interakcie v jadrách
- ?? Modely atómového jadra
- ?? Spektrometria vzбудených stavov jadier
- ?? Elektromagnetické žiarenie elementárnych častíc
- ?? Teória mnohonukleónových systémov
- ?? Kinematika elementárnych častíc
- ?? Neutrínová fyzika
- ?? Detekčné metódy fyziky vysokých energií
- ?? Vybrané kapitoly z fyziky vysokých energií
- ?? Zriedkavé jadrové premeny
- ?? Symetrie vo fyzike elementárnych častíc

Alternatívne profilujúce prednášky pre aplikovanú jadrovú a environmentálnu fyziku.

- ?? Reaktorová fyzika
- ?? Rádioaktivita v životnom prostredí
- ?? Jadrová energetika a životné prostredie + mikrodozimetria
- ?? Radón, meranie a riziko
- ?? Aplikácie rádioizotopov a zväzkov častíc v praxi
- ?? Vybrané kapitoly spektrometrie gama žiarenia
- ?? Radičná environmentálna fyzika
- ?? Kozmogénne nuklidy v životnom prostredí

Alternatívne profilujúce prednášky pre počítačovú fyziku

- ?? Styk počítača s prostredím
- ?? Základy číslicovej a impulznej techniky
- ?? Modelovanie experimentu
- ?? Numerické metódy v jadrovej fyzike
- ?? Aplikacný software
- ?? Programovací jazyk C++
- ?? Moderné trendy v počítačovej fyzike

Významnejšie vedecké projekty riešené na KJF

Fyzika ťažkých a supert ťažkých jadier

Pracovníci katedry už viac rokov úspešne spolupracujú s dvoma významnými jadrovými-fyzikálnymi centrami na vytvorení nových supert ťažkých chemických prvkov a nových izotopov najťažších prvkov (Ústav pre výskum ťažkých iónov GSI Darmstadt, Nemecko a Laboratórium jadrových reakcií LJR, SÚJV Dubna, Rusko). V rámci tejto spolupráce boli v roku 1994 v GSI Darmstadt objavené dva nové supert ťažké prvky s atómovým číslom $Z = 110$ a 111 a v roku 1996 ďalší prvok so $Z = 112$. V rámci spolupráce s LJR v Dubne boli v roku 1999 vytvorené supert ťažké jadrá so $Z = 114$. Bol vytvorený aj celý rad nových izotopov a boli dosiahnuté aj ďalšie významné fyzikálne výsledky. Predmetom projektu je aj vývoj analytických počítačových metód pre spracovanie a analýzu experimentálnych údajov a vývoj špeciálnych detekčných systémov. Program výskumu supert ťažkých jadier ostáva ja naďalej prioritným programom najvýznamnejších svetových jadrových-fyzikálnych laboratórií. Do vedeckého programu sú zapojení aj diplomanti a doktorandi katedry najmä formou študijných pobytov v zahraničných výskumných centrách.

Simulácie a optimalizácia detekčných systémov

V aplikáciách vyžadujúcich použitie germániových detektorov s veľmi nízkym pozadím (napr. vo fyzike životného prostredia) je potrebné tieto detektory vybaviť tieniacimi krytmi. Pre dobre navrhnuté systémy je zvykové pozadie generované najmä interakciami tvrdého kozmického žiarenia (hlavne miónov) s tieniacim krytom. Tieto procesy sú pomerne komplikované a ich teoretické štúdium, ktorého zmyslom je predpovedať a optimalizovať pozadie detekčných systémov, je možné iba použitím počítačových simulácií metódou Monte Carlo. Vďaka spolupráci tímov z fyziky vysokých energií (CERN) a nízkych aktivít bol vytvorený počítačový model indukcie pozadia detektorov ionizujúceho žiarenia, ktorý je založený na programovej knižnici GEANT pôvodne určenej pre simulácie detektorov vo fyzike vysokých energií. KJF má v tejto oblasti svetové prvenstvo dokumentované niekoľkými publikáciami v špičkových časopisoch a kontraktom s Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu, týkajúcim sa simulácií a optimalizácií detekčných systémov pre jej nízkopozadové laboratóriá. V súčasnosti je zvládnuté aj modelovanie pozadia generovaného rádioaktívnym ^{210}Bi v tieniacom olove (ďalšia podstaná zložka pozadia) a overuje sa použitie neutrónového transportného programu MCNP z Los Alamos National Laboratory pre detailné simulácie zložky pozadia generovanej neutrónmi.

Výskum v oblasti neutrónovej fyziky

Na KJF sa študujú zriedkavé reakcie neutrónov s atómovými jadrami. V tomto smere intenzívne spolupracujeme s Laboratóriom neutrónovej fyziky SÚJV Dubna a Fyzikálno-energetickým ústavom v Obninsku (Rusko).

Dvojitý β rozpad a nová fyzika za štandardným modelom.

Dvojnútrónový dvojitý β rozpad s dvoma elektrónmi a dvoma antineutrónami v konečnom stave je najzriedkavejší proces, ktorý bol doposiaľ experimentálne pozorovaný. Daný mod dvojitého β rozpadu predstavuje citlivý test pre štúdium rôznych modelov jadra a teórií mnohonukleónových systémov. Bezneutrónový mod dvojitého β rozpadu je proces, ktorý je možný len v rámci teórií za štandardným modelom elektroslabých interakcií. Tento mod vyžaduje, aby neutróno bolo majoranovskou časticou s nenulovou hmotnosťou. V rámci katedry boli navrhnuté významné mechanizmy narušenia leptónového náboja generujúce daný proces, ako aj unikátne jadrové štruktúrne metódy potrebné pre získanie informácií o rôznych parametroch teórií veľkého zjednotenia.

Základné zariadenia na katedre

- ?? laboratórium spektrometrie gama žiarenia, veľkoobjemové HPGe detektory, nízkopozadové tieniace kryty, viackryštálové spektrometre
- ?? rádiouhlíkové laboratórium, interné proporcionálne počítace, aparatúry na prípravu metánu
- ?? radónové laboratórium, veľkoobjemové scintilacné komory pre kontinuálne monitorovanie ^{222}Rn
- ?? zariadenia pre odber vzoriek ^{14}C , ^{85}Kr a aerosolov z atmosféry
- ?? laboratórium pre kompletizáciu a testovanie Si mikrostriповých detektorov
- ?? v rámci zahraničnej spolupráce sa využívajú zariadenia SUJV Dubna, CERN Ženeva, GSI Darmstadt, HEPHY Vieden
- ?? lokálna počítačová sieť predstavuje rýchlejšiu alternatívu lokálneho spojenia pracovných staníc a katedrových serverov na báze 100 Mb ethernet-u, keď je to potrebné. Okrem jednouchvateľských systémov disponuje katedra mnohými výkonnými servermi s najsilnejším dostupným hardwarom s operačným systémom linux. Na katedrovú alebo fakultnú sieť sú pripojené všetky počítace nášho pracoviska.

K zabezpečeniu výuky v rámci študijného zamerania *jadrová fyzika* katedra vybudovala vlastnú počítačovú učebnu, ktorá je k dispozícii študentom. V rámci modernizácie katedrovej siete sa každoročne ráta aj s ďalším rozširovaním učebne a modernizáciou inštalovaných počítačov.

Okrem hardwarovej stránky je dôležité aj programové vybavenie katedry. Pre zamestnancov a študentov MFF UK je prístupná CERNovská programová knižnica spravovaná našou katedrou. Jedná sa o unikátnu sadu viac než 2500 programov, podprogramov a funkcií pre fyzikálne výpočty. Knižnicu sme získali v rámci spolupráce s Európskym centrom jadrových výskumov v Ženeve. Servre, určené na výpočty a poskytovanie centrálnych služieb na našej katedre, prevádzkujeme pod operačným systémom linux, pre workstations doporučujeme operačný systém Windows NT/2000.

Pre zaujímavosť spomenme, že WWW server katedry je prvým WWW serverom na Slovensku. Pôvodne fungoval pod operačným systémom VMS (používali sme najprv beta-verziu http serveru z CERNu). Neskôr bol samozrejme premiestnený na modernejší hardware, kde je prístupný na URL <http://www.dnp.fmph.uniba.sk/>. Nájdete na nom informácie o katedre a kompletnú dokumentáciu k CERNovskej programovej knižnici. K dispozícii je aj zoznam liniek k iným informacným serverom najmä z oblasti fyziky a výpočtovej techniky.

Experiment ATLAS

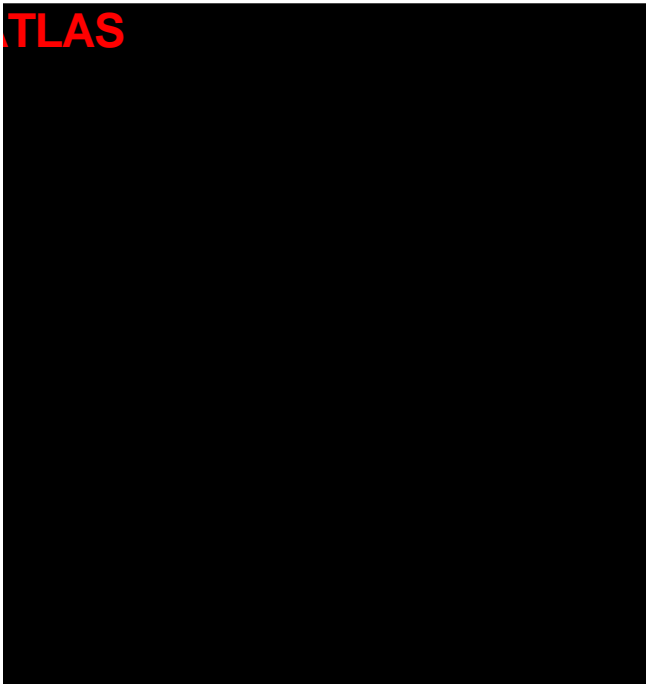
Experiment ATLAS je univerzálne zameraný experiment, cieľom ktorého je preveriť štandardný model, nájsť Higgsov bozón a prípadne objaviť fyziku za štandardným modelom. My sa podielame na vývoji Hadrónového kalorimetra. Tento je zložený z vrstiev železného absorbéra a plastického scintilátora. Kalorimeter bude slúžiť na meranie energie častíc metódou ich úplnej absorpcie. Prototyp kalorimetra bol skonštruovaný a testovaný v CERNe. My sme sa zamerali na rekonštrukciu dát zo samostatného a kombinovaného runu s cieľom optimalizovať energetické rozlíšenie a dosiahnuť lepšiu rekonštrukciu energie. Použili sme korekciu založenú na určení priecneho polomeru spršky. Totiž, jedným zo základných problémov hadrónovej kalorimetrie je vysporiadať sa s problémom nekompenzovanosti. Tento efekt je spôsobený rozličnou odozvou kalorimetra na elektro-magneticky a silno interagujúce častice. Stredný podiel π^0 -mezónov v hadrónovej sprške (ktoré ďalej interagujú elektro-magneticky) sa zvyšuje s rastúcou energiou interagujúcej častice, čo má za následok nelinearitu odozvy. Fluktuácie podielu π^0 -mezónov v sprške vedú potom k zhoršovaniu energetického rozlíšenia kalorimetra. Cieľom našej práce je vyvinúť metodiku, ktorá by na základe priecneho rozmeru spršky dokázala kvantitatívne vyjadriť nárast signálu kalorimetra ako funkciu podielu elektromagnetickej komponenty spršky. Použitím tejto metodiky je možné softwarovo eliminovať nežiadúci vplyv a tým dosiahnuť lepšie energetické rozlíšenie a linearitu odozvy. Pri tom využívame skutočnosť, že elektromagnetická sprška má ďaleko menší charakteristický priecny rozmer ako hadrónová.

Výskum Vavilovovho-Cerenkovovho žiarenia

Teoreticky sa skúma súvislosť Vavilovovho-Cerenkovovho žiarenia s brzdným a prechodovým žiarením, jeho vlastnosti pri budení ťažkými iónmi a prechode kryštálmi, ako aj zákonitosti vzniku v nových materiáloch (napr. SiO₂-aerogeloch). Teoretické poznatky boli využité pri stavbe Cerenkovských počítačov pre rôzne experimenty napr. na registráciu antihmoty (antitritícia) alebo hľadanie izolovaného magnetického náboja - tzv. Diracovho monopólu. Experimenty sa prevádzali na rôznych urýchlených časticách (elektrónoch a pozitrónoch v Novosibirsku, na protónoch v Dubne, Serpuchove a Sankt-Peterburgu-Gatcine, na ľahkých a ťažkých iónoch v Darmstadte). Je naplánovaný aj výskum Vavilovovho-Cerenkovovho žiarenia emitovaného elektrónmi pri ich pohybe v magnetickom poli. V blízkej budúcnosti sa predpokladá aj zahájenie výskumu optického prechodového žiarenia.

Procesy vyšších rádov

Na KJF používame vysokosenzitivnú nízkoenergiaovú gama-spektrometriu pri experimentálnom výskume procesov vyšších rádov sprevádzajúcich základné rozpadové procesy jadier. Z procesov vyšších rádov sa skúma vnútorná tvorba párov e⁺e⁻ sprevádzajúcich alfa a beta premenu jadier (emisie jedného e⁺e⁻ páru pripadá na 10⁹ rozpadov jadier základným procesom) a vnútorné brzdné žiarenie sprevádzajúce beta premenu jadier (emisie jedného fotónu pripadá na 10⁴ rozpadov jadier základným procesom). Výsledky týchto meraní spresňujú rozpadové schémy jadier.



Fyzika kvark-gluónovej plazmy

Podľa súčasných predstáv o štruktúre hadrónov by v zrážkach ťažkých jadier pri vysokých energiách mala vzniknúť nová forma látky: kvark-gluónová plazma. Závažným problémom je však nájdenie presvedčivých experimentálnych dôkazov toho, že táto plazma počas zrážky naozaj vznikla. V prvom rade je potrebné nájsť veľicinu, alebo závislosť (signatúra kvark-gluónovej plazmy), ktorá by pri nadobudnutí určitých hodnôt, alebo typu závislosti bola dôkazom vzniku kvark-gluónovej plazmy a súčasne by priniesla aj informácie o tom, ako dlho plazma existovala, aká bola jej teplota a pod.

Po experimentálnej stránke boli v minulých rokoch zhromaždené údaje o mnohoscasticovej produkcii, produkcii dileptónov a fotónov a o J/ψ potlacení v zrážkach jadier od ¹⁶O po ²⁰⁷Pb s viacerými terčikmi najmä ²⁰⁷Pb. Tieto experimenty boli prevádzané najmä v CERNe a Brookhavene. Pre najbližšie obdobie sa pripravujú ďalšie experimenty. V rámci tejto spolupráce s pracoviskami zúčastňujúcimi sa na týchto experimentoch porovnáваме teoretické modely s experimentálnymi výsledkami s cieľom nájsť spoľahlivú signatúru kvark-gluónovej plazmy.

Nukleárna astrofyzika

Katedra má dlhú tradíciu a medzinárodne uznávané výsledky v oblasti štúdia produkcie kozmogénnych nuklidov a gama žiarenia v extraterestriálnych objektoch. Práca započatá štúdiom lunárnych vzoriek prinesených expedíciami Apollo pokračuje v súčasnosti hlavne v oblasti počítačovej simulácie interakcií kozmického žiarenia s vesmírnymi objektami a efektov vyvolaných týmito procesmi. V súčasnosti v rámci spolupráce s Los Alamos National Laboratory, Max-Planck-Institut v Mainzi, s Berkeley University a Arizona State University v Tucsone sa podielame na príprave vedeckej aparatury a softvérového vybavenia pre lety k Marsu, Venuši, Merkúru, kométam a malým asteroidom.

Neutrínová fyzika

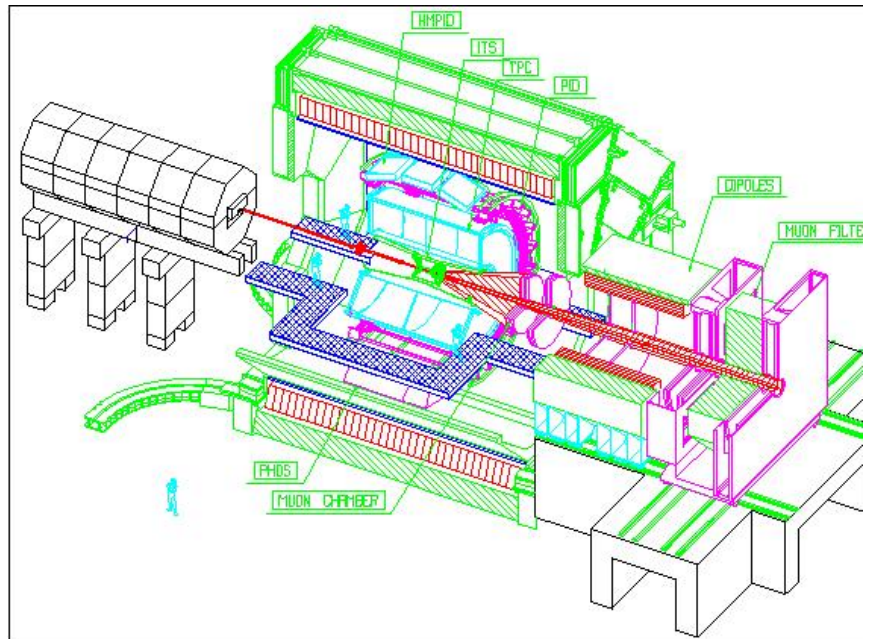
Pracovníci KJF sa zaoberajú aj fenomenológiou oscilácií neutrín - slnečných a tiež aj atmosférických. V praxi to znamená najmä modelovanie transportu neutrín v extrémnych podmienkach.

Antropogénne rádionuklidy

Katedra má dlhú tradíciu v projektoch spojených s monitorovaním vybraných antropogénnych rádionuklidov v životnom prostredí. V súčasnosti prebieha meranie mesacných priemerov aktivity $^{14}\text{CO}_2$ v atmosfére v lokalitách Bratislava a Jaslovské Bohunice. Metóda merania aktivity ^{14}C sa využíva aj pri datovaní archeologických nálezov alebo podzemných vôd v hydrogeologickom výskume. V týždenných intervaloch je meraná atmosférická aktivita ^{85}Kr , rádionuklidu globálneho významu emitovaného závodmi na prepracovanie jadrového paliva a vojenskými nukleárnymi závodmi. Kvalitne vybavené laboratórium gama spektrometrie poskytuje informácie o rádionuklidoch viazaných na aerosoly v ovzduší. Táto experimentálna báza poskytuje dáta o úrovni kontaminácie životného prostredia pri haváriách na jadrových zariadeniach, ako tomu bolo v prípade Cernobylskej havárie, ale aj dáta využívané na štúdium transportu polutantov v atmosfére, t.j. v oblasti základného environmentálneho výskumu. Táto činnosť je prostredníctvom výskumného kontraktu koordinovaná s Medzinárodnou agentúrou pre atómovú energiu vo Viedni. Katedra spolupracuje aj s mnohými významnými svetovými laboratóriami ako s univerzitami v Berne a v Heidelbergu, so Švajciarskym federálnym inštitútom pre environmentálne technológie v Zürichu alebo s Inštitútom pre atmosférickú rádioaktivitu vo Freiburgu.

Radónový program

Na katedre sa dlhodobo sledujú sezónne a denné variácie ^{222}Rn vo vonkajšej atmosfére. Cieľom tohto výskumu je overiť a upresniť modely opisujúce



priemerné denné priebehy ^{222}Rn v atmosfére na základe regionálnych meteorologických dát, štúdium korelácií medzi koncentraciami radónu a meteorologickými podmienkami atd. Tieto výskumy majú význam nielen pre lepšie pochopenie mechanizmu variácií, ale okrem iného tiež pre presnejšie ohodnotenie príspevku koncentrácie radónu vo vonkajšej atmosfére na koncentráciu radónu v pobytových priestoroch.

Ku kontinuálnemu meraniu koncentrácie ^{222}Rn vo vonkajšej atmosfére sa používa nami postavená veľkoobjemová scintilčná komora, ktorá predstavuje špičkové zariadenie tohto druhu aj vo svete. KJF je u nás prvým a zatiaľ aj jediným pracoviskom, kde bola spoľahlivo zvládnutá metodika kontinuálneho monitorovania ^{222}Rn .

Medzi hlavné spolupracujúce organizácie našej katedry v rámci radónového programu patria Slovenský metrologický ústav, Ústav preventívnej a klinickej medicíny, Slovenská komisia pre životné prostredie a Medzinárodná agentúra pre atómovú energiu vo Viedni.

Modelovanie experimentov s elementárnymi časticami

Velmi dôležitým momentom súčasných aj budúcich experimentov vo fyzike vysokých energií je detekcia častíc s čisto elektromagnetickou interakciou (fotóny, elektróny, pozitrony). Tieto elementárne častice sa registrujú pomocou tzv. elektromagnetických kalorimetrov. Budúce experimenty orientované na také problémy fyziky elementárnych častíc ako je hľadanie Higgsovho bozónu, narušenie CP symetrie a iné previerky štandardného modelu, kladú vysoké požiadavky na také parametre kalorimetrov ako je energetické a súradnicové rozlíšenie, schopnosť separovať rôzne typy častíc atd. Ako možné riešenie sa pre tento účel uvažujú scintilčné vláknové kalorimetre a tzv. scintilčné "tile" kalorimetre. Pracovníci KJF sa zaoberajú štúdiom energetického rozlíšenia kalorimetrov takéhoto typu v závislosti od rôznych parametrov kalorimetra a registrovanej častice. Podstatou skúmania je detailná počítačová simulácia procesu interakcie vstupujúcej častice s látkou kalorimetra. Tento výskum sa realizuje v rámci spolupráce našej katedry s SÚJV Dubna (Rusko), INFN Pisa (Taliansko), a CERN (Švajciarsko). V blízkej budúcnosti sa počíta s pokračovaním výskumu v oblasti rozlišovania mnohacasticových eventov (viac častíc s prekrývajúcou sa odzvou) a riešenia ďalších problémov súvisiacich s danou problematikou.

Experiment ALICE

Experiment ALICE je zameraný na štúdium zrážok ťažkých iónov pri vysokých energiách. Teoretické predpovede ukazujú, že jadrová hmota pri veľmi vysokých hustotách energie (teplotách) prechádza do stavu, kde kvarky a gluóny existujú vo forme podobnej plazme (analógia s klasickou elektrón-iónovou plazmou) a nie sú pevne viazané v hadrónoch. Takéto hustoty boli v rannom vesmíre asi 10-15 sekúnd po veľkom tresku, kedy došlo k fázovému prechodu a v dôsledku chladnutia ostali kvarky uvezené v hadrónoch tak, ako to môžeme pozorovať dnes. Skupina KJF je zapojená do vývoja detekčného subsystému centrálného trackera, ktorého úlohou je identifikovať sekundárne vertexy (rozpady častíc s krátkou dobou života) a dať informáciu do centrálného algoritmu rekonštrukcie dráh. Pracujeme na vývoji systému zberu dát pre kremíkové pixelové detektory, ktoré poskytujú skutočnú dvojdimenzionálnu informáciu o polohe prelietavajúcich častíc v oblasti interakčného bodu, kde sú najvyššie toky častíc a tiež najväčšia radičná záťaž.

ALICE je jedným zo štyroch veľkých experimentov pripravovaných na v súčasnosti budovanom hadrónovom urýchľovaci LHC v CERNe. Do jeho budovania sú zapojené stovky fyzikov z inštitútov a univerzít Európy, Ázie a Ameriky, fáza zberu dát má začať v roku 2005.