

Fyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied



Projekt podpory vedeckých pobytov v organizácii CERN *pre uchádzačov pôsobiacich na* Fyzikálnom ústave Slovenskej akadémie vied

Na základe zmluvy č. **1257/2009** zo dňa **16. 12. 2009** o poskytnutí dotácie zo štátneho rozpočtu Ministerstva školstva Slovenskej republiky



Základné informácie o žiadateľovi

- **Projekt:** Projekt podpory vedeckých pobytov v organizácii CERN pre uchádzačov pôsobiacich na Fyzikálnom ústave Slovenskej akadémie vied
- **Názov organizácie:** Fyzikálny ústav Slovenskej akadémie vied (FÚ SAV)
- **Adresa organizácie:** Dúbravská cesta 9, 845 11 Bratislava
- **Príslušnosť k rezortu:** Slovenská akadémia vied
- **Typ organizácie:** príspevková organizácia
- **Sektor výskumu:** základný výskum, prírodné vedy
- **Štatutárny zástupca:** prof. Ing. Ivan Štich, DrSc. – riaditeľ ústavu,
tel.: 02 5941 0500, fax.: +421 2 5477 6085
e-mail: ivan.stich@savba.sk
- **Kontaktná osoba:** RNDr. Stanislav Dubnička, DrSc.
tel.: 02 5941 0504, e-mail: stanislav.dubnicka@savba.sk
- **Doba trvania projektu:** 15/12/2009 – 31/08/2010



Zámery, ciele a anotácia projektu

- Vyslanie uchádzačov (3 postdoktorandov a 1 doktoranda) na dlhodobé vedecké pobyty do organizácie CERN.
- Efektívne využiť prostriedky, ktoré Slovenská republika ako členský štát vkladá do organizácie CERN.
- Podpora mladých vedeckých pracovníkov pri ich odbornom raste.
- Riešenie problematiky štruktúry hadrónov, špecifických elektromagnetických, silných a slabých procesov hadrónov prebiehajúcich pri vysokoenergetických protón-protónových zrážkach.
- Systematické štúdium vlastností rádioaktívnych zväzkov a výskum štruktúry exotických jadier.

Udržateľnosť projektu

Členstvom Slovenskej republiky v Európskom centre jadrového výskumu — CERN, Švajčiarsko je zabezpečená dlhodobá spolupráca s organizáciou CERN.

Pokračovanie v projekte sa realizuje z účelových prostriedkov, poskytovaných Výboru pre spoluprácu Slovenskej republiky s organizáciou CERN, ako i z prostriedkov vedeckých grantov vyčlenených na riešenie problematiky fyziky elementárnych častíc a jadra (napr. VEGA) bežiacich na FÚ SAV.

Priebeh projektu

- V rámci projektu boli uskutočnené štyri individuálne pobyty uchádzačov — pracovníkov Fyzikálneho ústavu.
- Uskutočnené služobné cesty prebehli podľa plánovaného harmonogramu, doba pobytov je uvedená pri každom individuálnom pobyte spolu s krátkym sumárom dosiahnutých výsledkov a uskutočnených činností jednotlivých uchádzačov.

Prínosy a dopady

- Počas vedeckých pobytov v CERN boli zavŕšené práce na **piatich** vedeckých článkoch, ktoré boli a budú publikované v odborných vedeckých časopisoch. Výsledky boli odprezentované na konferenciách vo forme prednášok a posteru.
- Vedeckí pracovníci sa zapájali do činností jednotlivých oddelení CERN účasťou na workshopoch a seminároch aj svojimi vlastnými prednáškami.
- Bolo rozpracovaných niekoľko ďalších vedeckých problémov avšak práca na nich ešte nebola kvôli svojej časovej náročnosti a rozsahu problematiky zavŕšená. V blízkej dobe sa počíta s ich ukončením a publikovaním.

Zoznam riešiteľov

Por. číslo	Uchádzač	Pozícia uchádzača	Školiteľ uchádzača	Doba trvania vedeckého pobytu	Miesto vedeckého pobytu	Celkové náklady uchádzača (v €)
1	Cyril Adamuščín, Mgr., PhD.	post-doktorand	Stanislav Dubnička, RNDr., DrSc.	06/03/2010 – 01/08/2010	CERN, Ženeva, Švajčiarsko	16 590
2	Erik Bartoš, Mgr., PhD.	post-doktorand	Stanislav Dubnička, RNDr., DrSc.	31/01/2010 – 01/07/2010	CERN, Ženeva, Švajčiarsko	16 590
3	Andrej Liptaj, Mgr., Ing., Dr.	post-doktorand	Stanislav Dubnička, RNDr., DrSc.	31/01/2010 – 01/08/2010	CERN, Ženeva, Švajčiarsko	16 590
4	Kristian Petřík, Mgr.	doktorand	Štefan Gmuca, Ing., CSc.	31/01/2010 – 31/07/2010	CERN, Ženeva, Švajčiarsko	16 590
SPOLU						66 360

Rozbor čerpania prostriedkov v porovnaní s plánovanými

	Plánované	Skutočné
Stravné	80 CHF/deň	32 508,58 €
Vreckové	5% — 40% z diét	10 494,08 €
Cestovné	nevyhnutné	4 101,68 €
Poistenie	sadzobník poisťovne	336,64 €
Ubytovanie	nevyhnutné	10 199,27 €
Bežné nepriame náklady	6 636,00 €	8 719,75 €
SPOLU	66 360,00 €	66 360,00 €

Individuálna schéma vedeckého pobytu uchádzača č. 1

- **Meno, tituly:** Cyril Adamuščín, Mgr., PhD.
- **Dátum narodenia:** 25. 07. 1979
- **Miesto narodenia:** Bardejov
- **E-mail:** Cyril.Adamuscin@savba.sk
- **Pozícia:** postdoktorand
- **Pracovisko:** Fyzikálny ústav SAV v Bratislave
- **Doba trvania pobytu:** 06/03/2010 – 01/08/2010

Ciele projektu

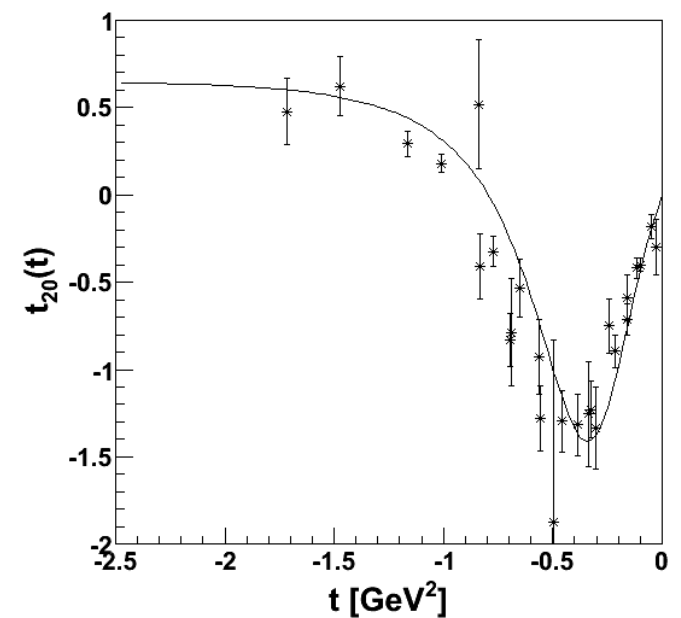
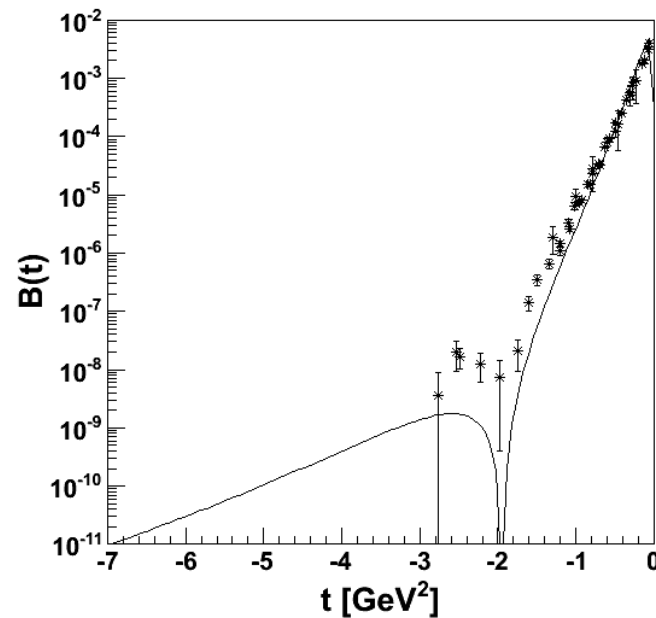
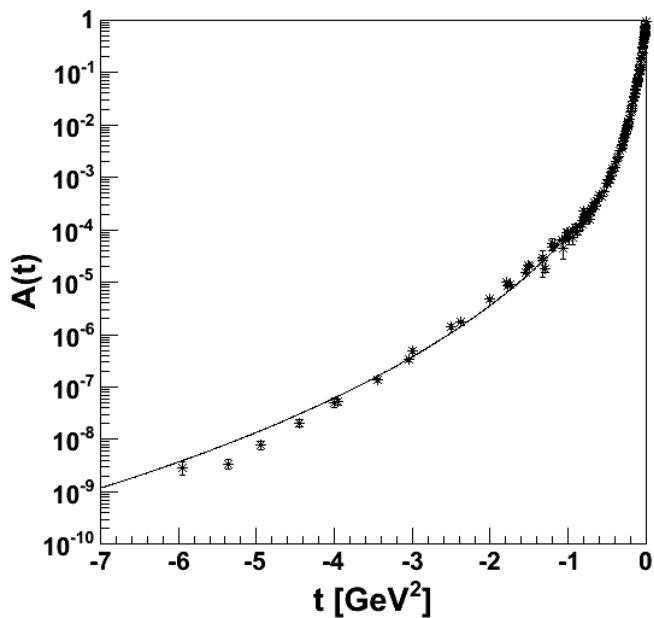
- Opis elektromagnetickej štruktúry ľahkých jadier, deuterónu (^2H), trícia (^3H) a hélia-3 (^3He), s cieľom čo najlepšie popísať existujúce experimentálne údaje a predpovedať ich správanie (štruktúrne funkcie, účinné prierezy) pri rozptylových aj anihilačných procesoch.
- Vytvorenie Unitárneho a Analytického modelu elektromagnetickej štruktúry izodublethu trícia a hélia-3.
- Analýza existujúcich údajov o ľahkých jadrách, deuterónu, trícia a hélia-3
- Návštevy prednášok a seminárov venovaných časticovej fyzike organizovaných na Teoretickom oddelení CERN.

Výstupy riešeného projektu

- Bol vytvorený Unitárny a Analytický (U&A) model elektromagnetickej štruktúry trícia a hélia-3. V súčasnosti prebieha analýza existujúcich experimentálnych údajov s cieľom o ich čo najlepší popis.
- Bola urobená analýza experimentálnych údajov o deuteróne a optimalizáciou voľných parametrov U&A modelu deuterónu bol urobený popis jeho elektromagnetických formfaktorov s možnosťou predpovedať účinný prierez procesu $e^+e^- \rightarrow D\bar{D}$, ktorý sa plánuje merať v experimente BES3 v Pekingu.
- *New method of experimental measurement of the deuteron electromagnetic structure in the space like region*, C. Adamuscin, S. Dubnicka, A.Z. Dubnickova, Nucl.Phys.B (Proc.Suppl.) 198 (2010) 252-255
- Ostatné dosiahnuté výsledky budú po završení publikované v odbornej literatúre.

Výstupy riešeného projektu

- Získaný popis experimentálnych údajov a predpoveď správania štruktúrnych funkcií $A(t), B(t), t_{20}(t)$



Rozpis vynaložených prostriedkov

Cyril Adamuščín	Suma
Stravné	8 269,47 €
Cestovné	586,40 €
Ubytovanie	3 342,00 €
Iné výdavky	2 018,27 €
Zdravotné poistenie	86,40 €
SPOLU	14 302,54 €

Individuálna schéma vedeckého pobytu uchádzača č. 2

- **Meno, tituly:** Erik Bartoš, Mgr., PhD.
- **Dátum narodenia:** 20. 01. 1976
- **Miesto narodenia:** Ružomberok
- **E-mail:** Erik.Bartos@savba.sk
- **Pozícia:** postdoktorand
- **Pracovisko:** Fyzikálny ústav SAV v Bratislave
- **Doba trvania pobytu:** 31/01/2010 – 01/07/2010

Ciele projektu

- Určenie **správania sa** elektromagnetických formaktorov $1/2+$ oktetu hyperónov a následne predpovedaniu **priebehu ich totálnych účinných prierezov** v procese anihilácie elektrón-pozitrón na hyperón-antihyperónový pár s využitím SU(3) symetrie na prenos známej informácie o vektor-mezón-nukleónových väzbových konštant k výpočtu neznámych vektor-mezón-hyperónových väzbových konštant.
- **Vyhodnotenie veľkosti light-by-light príspevku** do anomálneho magnetického momentu miónu od pólových členov skalárnych a pseudoskalárnych mezónov.
- V rámci **short-time pobytu** na Teoretickom oddelení CERN, zapájanie sa do vedeckého života návštevou vedeckých podujatí oddelenia venovaných metódam a riešeniu problémov z časticovej fyziky.

Výstupy riešeného projektu

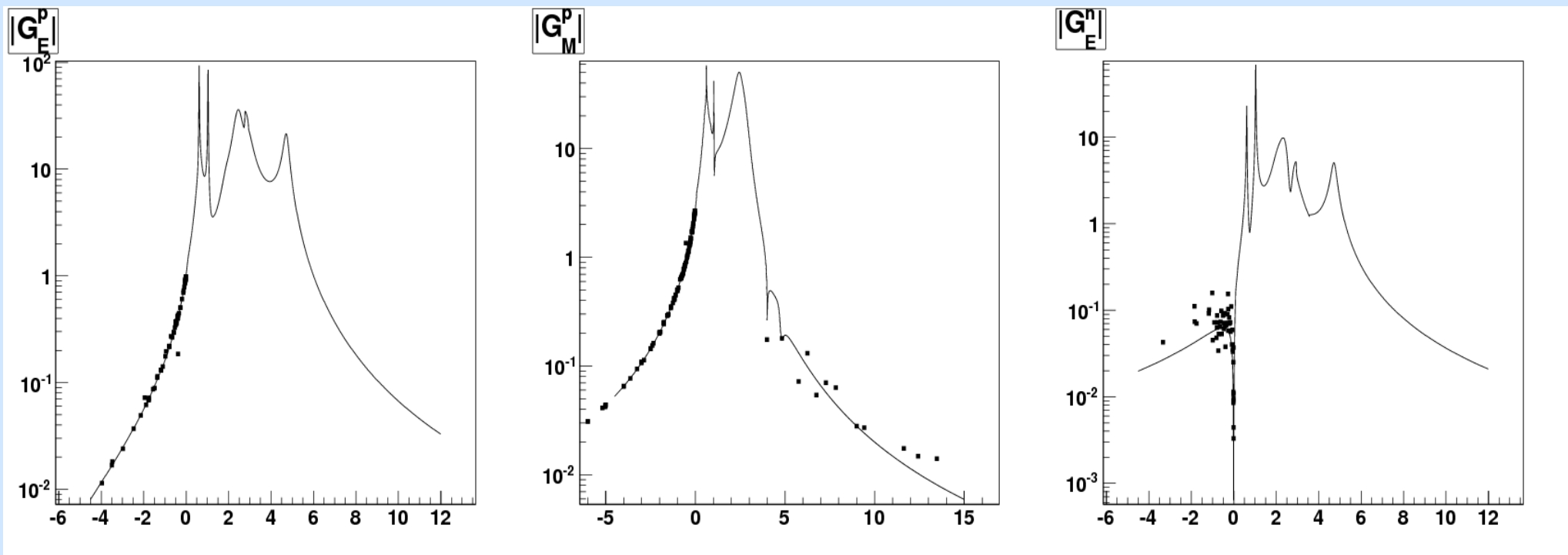
- Bol využité vlastnosti **Unitárneho & Analytického modelu** nukleónov na analýzu elektromagnetických údajov nukleónových formfaktorov
- S pomocou SU(3) symetrie boli výpočítané **neznáme** vektor-mezón-hyperónové väzbové konštanty.
- Bolo predpovedané správanie sa hyperónových formfaktorov.
- Kód U&A modelu neutrónov /hyperónov bol prepracovaný.
- *Electromagnetic structure of 1/2+ octet hyperons*, E. Bartoš, S. Dubnička, A. Z. Dubničková bude opublikovaná v zborníku konferencie **Hadron Structure and QCD '2010** (5 — 9 Júl 2010, Gatchina, Ruská federácia).

Výstupy riešeného projektu

- *Parameter differences of the charged and neutral rho-meson family*, E. Bartos, S. Dubnicka, A.-Z. Dubnickova, M. Fujikawa, H. Hayashii, Nucl.Phys.B (Proc.Suppl.) 198 (2010) 186-189.
- *Remarkable suppression of the $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$ contribution error into muon $g-2$* , E. Bartos, S. Dubnicka, A.-Z. Dubnickova, A. Liptaj, Nucl.Phys.B (Proc.Suppl.) 198 (2010) 194-198.

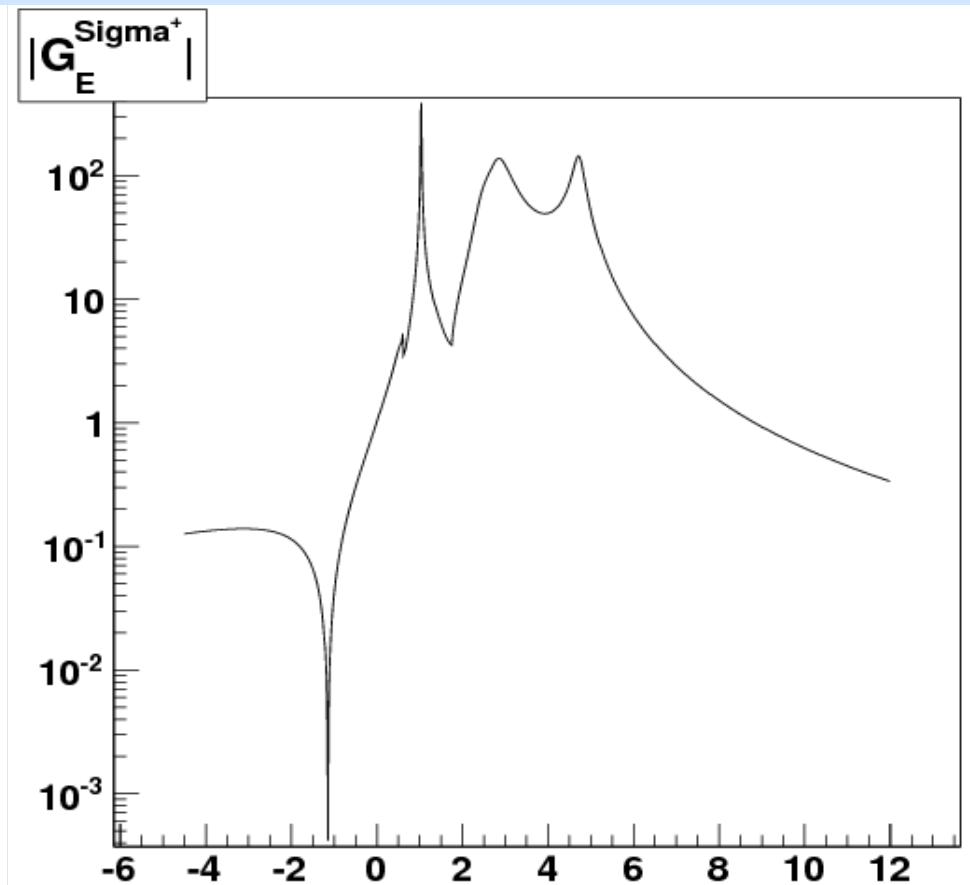
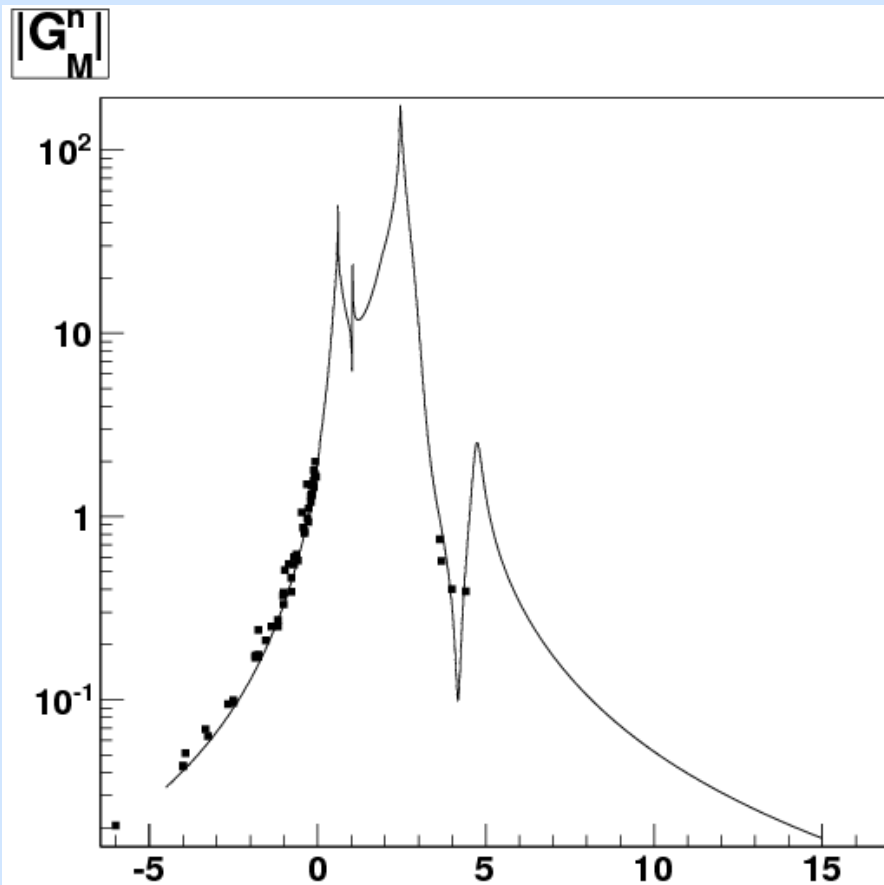
Výstupy riešeného projektu

Elektrický a magnetický protónový formfaktor (vľavo, stred), elektrický neutrónový formfaktor (vpravo), so známymi experimentálnymi údajmi



Výstupy riešeného projektu

Magnetický formfaktor neutrónu spolu so známymi experitmentálnymi údajmi (vľavo), predpoveď správania sa elektrického formfaktoru pre Sigma+ hyperón z 1/2+ oktetu (vpravo)



Rozpis vynaložených prostriedkov

Erik Bartoš	Suma
Stravné	7 786,94 €
Cestovné	1 221,68 €
Ubytovanie	2 646,65 €
Iné výdavky	2 435,79 €
Zdravotné poistenie	80,08
SPOLU	14 171,14 €

Individuálna schéma vedeckého pobytu uchádzača č. 3

- **Meno, tituly:** Andrej Liptaj, Mgr., Ing., Dr.
- **Dátum narodenia:** 09. 04. 1980
- **Miesto narodenia:** Prešov
- **E-mail:** Andrej.Liptaj@savba.sk
- **Pozícia:** postdoktorand
- **Pracovisko:** Fyzikálny ústav SAV v Bratislave
- **Doba trvania pobytu:** 31/01/2010 – 01/08/2010

Výstupy riešeného projektu

Predpovedanie priebehu formfaktora nabitého piónu v priestoru-podobnej oblasti

Motivácia:

- V priestoru-podobnej oblasti sú údaje o formfaktore menej presné ako v času-podobnej oblasti.
- Jestvujú dôvody pre pochybnosti ohľadom dôveryhodnosti publikovaných údajov v priestoru-podobnej oblasti.
- Piónový formfaktor je základný objekt na popis elektromagnetickej štruktúry nabitého piónu a teda jeho skúmanie je zaujímavé samo o sebe.

Metóda:

- Využitie analytických vlastností formfaktora spolu s experimentálnymi údajmi v času-podobnej oblasti na predpovedanie priebehu formfaktora v priestoru-podobnej oblasti.

Ciele:

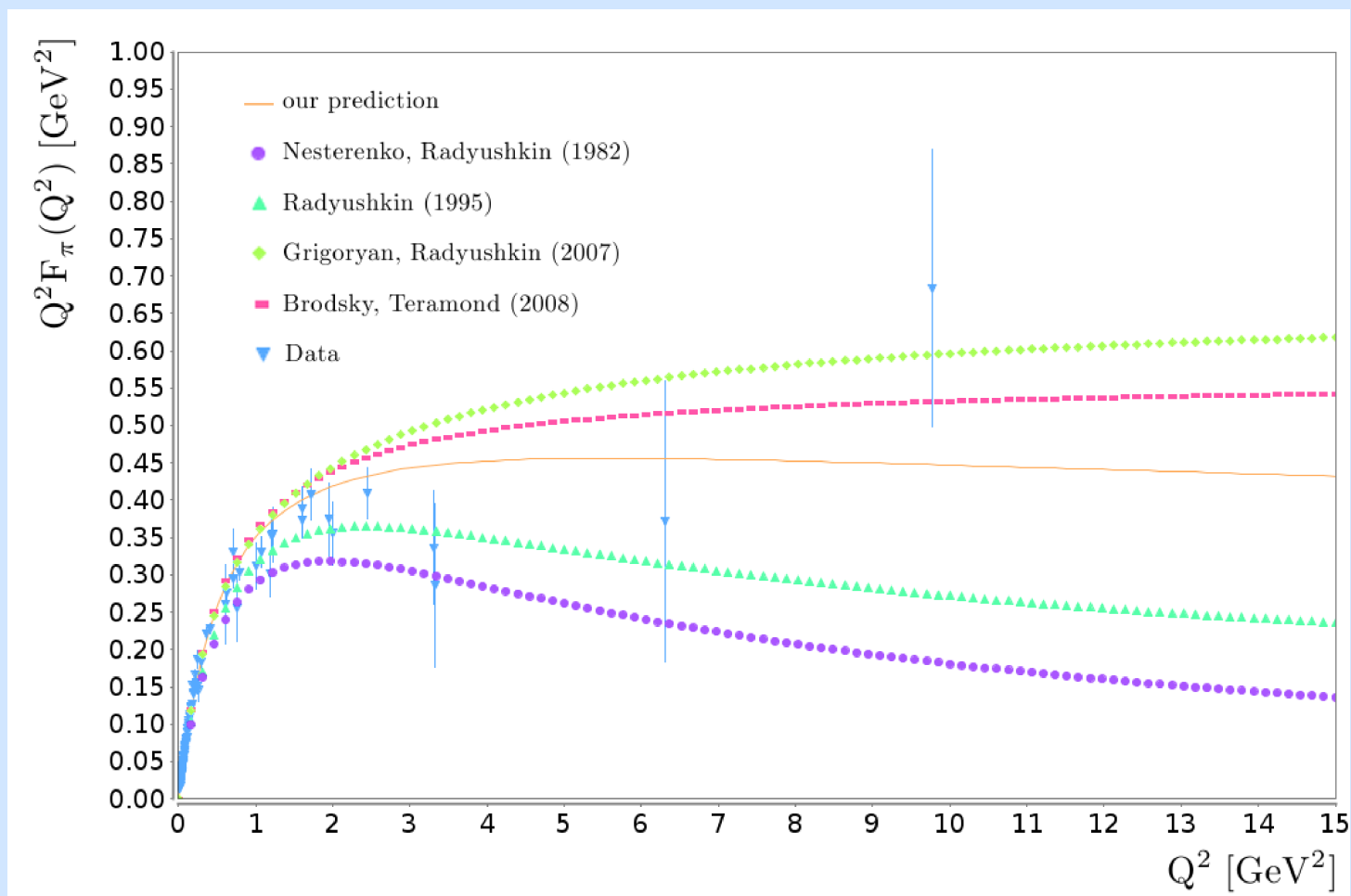
- Získať priebeh formfaktora v priestoru-podobnej oblasti.
- Porovnať s jestvujúcimi experimentálnymi údajmi v tejto oblasti.
- Porovnať s predpoveďami modelov iných autorov.

Výsledok:

- Graf na nasledujúcej strane.

Výstupy riešeného projektu

Priebeh formfaktora piónu v priestoru-podobnej oblasti, výsledný graf



Výstupy riešeného projektu

Nezávislé určenie parciálnych širok rozpadu $\Gamma(P \rightarrow 2\gamma)$ pre častice $P = \pi^0, \eta, \eta'$.

Motivácia:

- Šírka rozpadu – základná charakteristika častice, jej presné určenie je dôležité.
- Prechodové formfaktory pre pseudoskalárne mezóny – možnosť nezávislého overenia parciálnych širok.

Metóda:

- Využiť súvis medzi parciálnou šírkou rozpadu na dva fotóny a normalizáciou formfaktora (hodnota formfaktora v nule).
- Normalizáciu formfaktora získať fitovaním experimentálnych údajov za pomoci unitárneho a analytického modelu.

Ciele:

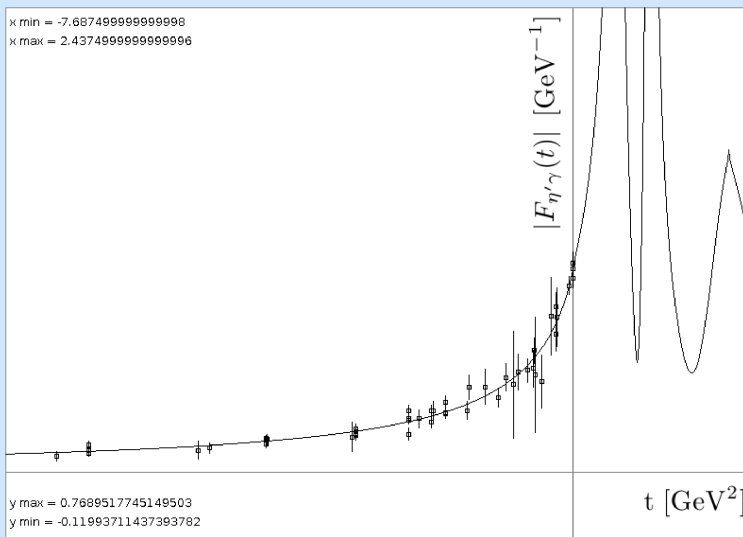
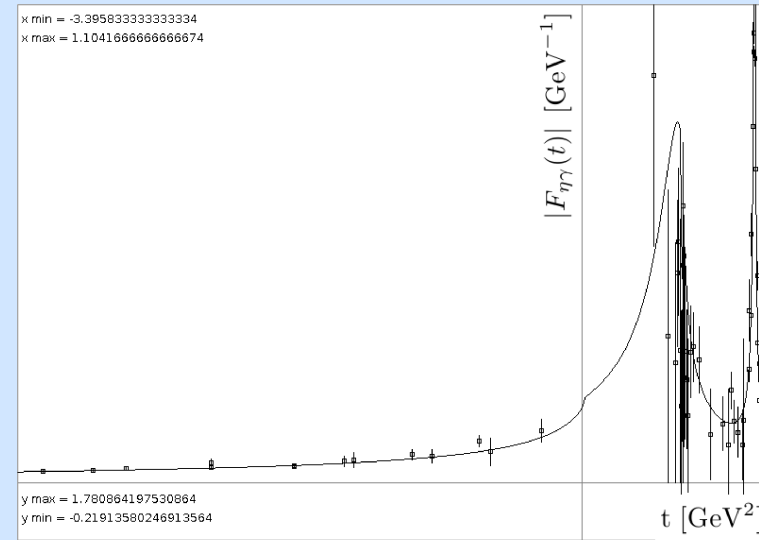
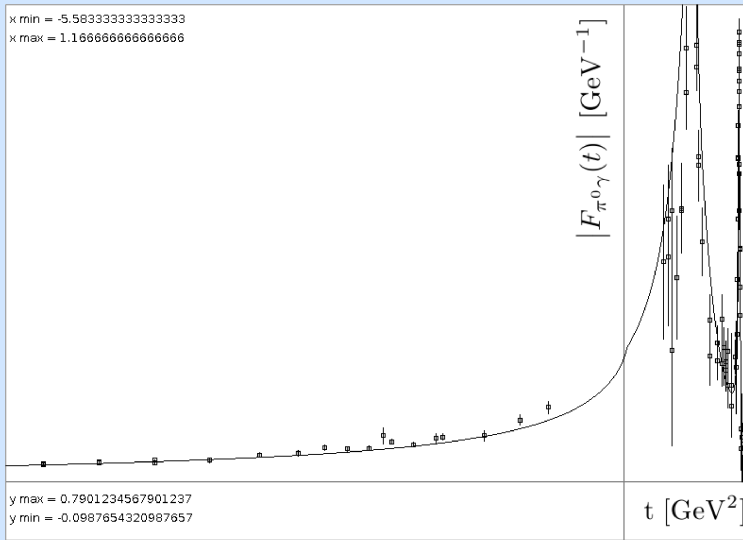
- Nezávislým spôsobom overiť hodnoty širok, ktoré sú uvádzané vo fyzikálnych tabuľkách PDG.
- Preukázať prínos unitárneho a analytického modelu a prístupu vôbec.

Výsledky:

- Preverenie tabuľkových hodnôt pre častice η, η' , v prípade η' získanie hodnoty s menšou chybou.
- Nesúhlas s tabuľkovou hodnotou v prípade π^0 , zaujímavý výsledok poukazujúci pravdepodobne na podhodnotenie chýb v experimentoch.
- Získanie popisu experimentálnych údajov za pomoci modelu formfaktora (grafy na nasledujúcej strane).

Výstupy riešeného projektu

Určenie širok rozpadu $\Gamma(P \rightarrow 2\gamma)$: popis experimentálnych údajov modelom pre $P = \pi^0, \eta, \eta'$, výsledková tabuľka



$P =$	π^0	η	η'
$F_{\gamma P}(t) _{t=0}$	$0.2050_{+0.0016}^{-0.0016}$	$0.2780_{+0.0087}^{-0.0072}$	$0.3379_{+0.0084}^{-0.0100}$
$\Gamma_{P \rightarrow \gamma\gamma}^{U\&A}$	$4.3230_{+0.0697}^{-0.0713}$ eV	$0.5316_{+0.0333}^{-0.0278}$ keV	$4.1968_{+0.2107}^{-0.2501}$ keV
$\Gamma_{P \rightarrow \gamma\gamma}^{U\&A, Alt.}$	5.28 ± 0.26 eV	0.4283 ± 0.0637 keV	4.1428 ± 0.2740 keV
$\Gamma_{P \rightarrow \gamma\gamma}^{PDG}$	7.744 ± 0.553 eV	0.511 ± 0.028 keV	4.284 ± 0.399 keV
$\Gamma_{P \rightarrow \gamma\gamma}^{PDG} - \Gamma_{P \rightarrow \gamma\gamma}^{U\&A}$	3.420 ± 0.557 eV	-0.020 ± 0.041 keV	0.087 ± 0.460 keV



Výstupy riešeného projektu

Publikovanie výsledkov

Publikovanie:

- Medzinárodná konferencia *HS and QCD 2010* v Gatchine, Rusko.
- Články odoslané na publikovanie do CC časopisov
 - „Rigorous pion electromagnetic form factor space-like behavior“ zaslané do Phys. Rev. C.
 - „ π^0 , η , $\eta' \rightarrow 2\gamma$ decay rates from their transition form factors“ zaslané do Phys. Lett. B
- Publikované články
 - *Model independent pion electromagnetic form factor behavior in the space-like region*, M. Belicka, S. Dubnicka, A.Z. Dubnickova, A. Liptaj, Nucl.Phys. B (Proc.Suppl.) 198 (2010) 143-148
 - *Remarkable suppression of the $e^+ e^- \rightarrow \pi^+ \pi^-$ contribution error into muon $g-2$* E. Bartos, S. Dubnicka, A.-Z. Dubnickova, A. Liptaj, Nucl.Phys. B (Proc.Suppl.) (2010) 194-198

Rozpis vynaložených prostriedkov

Andrej Liptaj	Suma
Stravné	7 786,94 €
Cestovné	1 173,06 €
Ubytovanie	2 556,65 €
Iné výdavky	3 794,41 €
Zdravotné poistenie	78,32
SPOLU	14 994,91 €

Individuálna schéma vedeckého pobytu uchádzača č. 4

- **Meno, tituly:** Kristian Petrik, Mgr.
- **Dátum narodenia:** 01. 01. 1984
- **Miesto narodenia:** Bratislava
- **E-mail:** Kristian.Petrik@savba.sk
- **Pozícia:** doktorand
- **Pracovisko:** Fyzikálny ústav SAV v Bratislave
- **Doba trvania pobytu:** 31/01/2010 – 31/07/2010

Ciele projektu

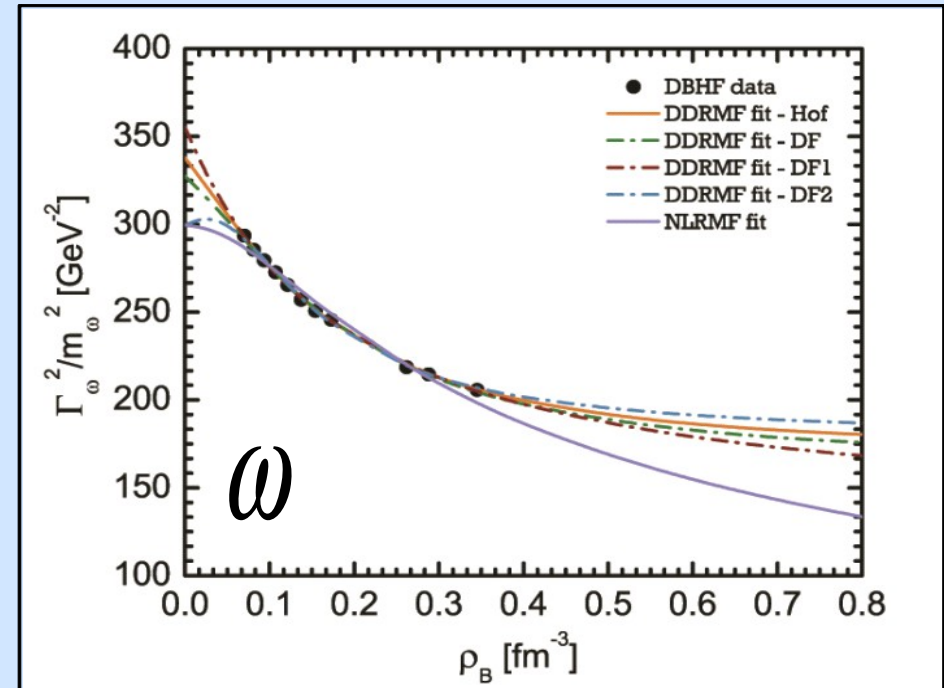
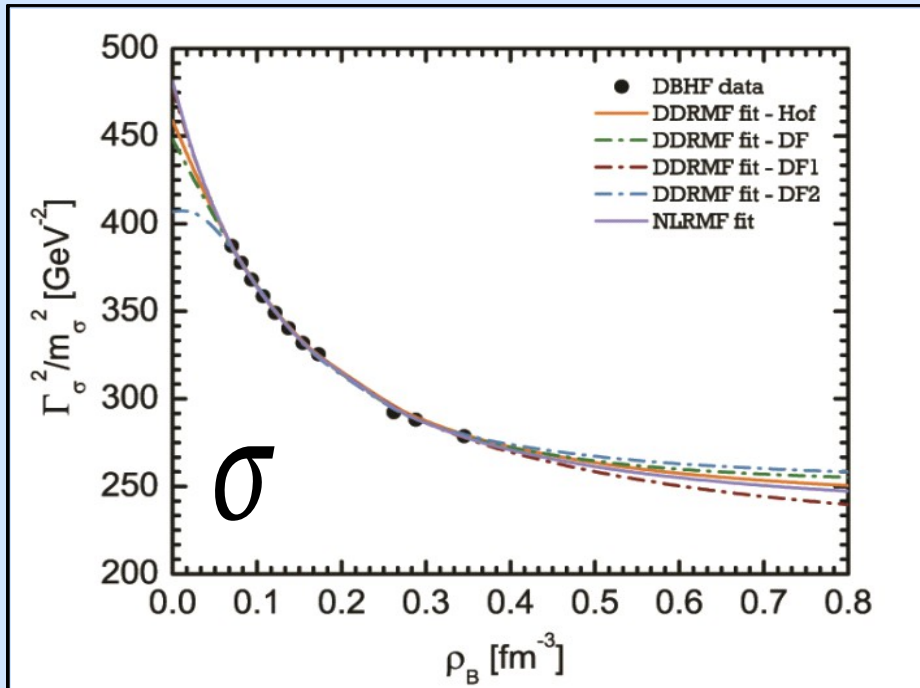
- Oboznámiť sa so zariadením ISOLTRAP experimentu ISOLDE, s jeho súčasným stavom a zameraním
- Oboznámiť sa s teóriou Penningových pascí a kvantovou fyzikou iónov v elektromagnetických poliach
- Osvojiť si všetky relevantné počítačové programy a softvér na teoretickú analýzu aktuálnej problematiky
- Zamerať sa na numerické simulácie vhodné pre mnohočasticové výpočty, využívajúce grafické karty s vysokým výkonom
- Vypracovať modely v rámci nelineárnej a hustotne závislej hadrónovej teórie poľa vhodné na výpočty asymetrickej jadrovej hmoty ako aj kompaktných objektov akými sú neutrónové hviezdy
- Preskúmať prepojenie fyziky konečných jadier s fyzikou kompaktných objektov na úrovni systémov s extrémnym izospinom
- Oboznámiť sa s odbornou literatúrou danej problematiky, zúčastňovať sa na školeniach, seminároch a prednáškach v rámci skupiny ISOLDE
- Prezentovať získané výsledky vo forme seminárov, príspevkoch na workshopoch a konferenciách, alebo vo forme publikácie

Výstupy riešeného projektu

- Navrhnutie a zostavenie vysokovýkonného počítača na mnohočasticové simulácie, využívajúceho kombináciu jadier bežného procesora a jadier grafickej karty
- Softvérové zabezpečenie prostredia CUDA grafickej karty na úspešné fungovanie a implementáciu potrebných kódov. Prerobenie hlavného simulačného programu ako aj analyzačného softvéru pre potreby experimentu ISOLTRAP
- Uskutočnenie veľkého množstva simulácií iónov v Penningovej pasci, s cieľom analýzy magnetronových a cyklotronových frekvenčných rezonancií, ich závislosti od počtu, typu a pomeru prítomných iónov.
- Získanie parametrov pre magnetronové a cyklotronové excitácie, ktoré sú potrebné na úspešné chladenie a centrovanie iónov
- Implementácia Coulombovského škálovania s cieľom efektívne zvýšiť počet častíc v simuláciách tak, aby boli porovnateľné s experimentálnymi výsledkami
- Simulácie potvrdili experimentálne pozorovaný posun cyklotronovej frekvenčnej rezonancie a poukázali na jeho súvis s vysokým počtom častíc (space-charge efektom) a s prítomnosťou viacerých typov iónov
- Odvodenie nelineárneho a hustotne závislého modelu hadronovej teórie poľa pre asymetrickú jadrovú hmotu a navrhnutie novej formy hustotnej závislosti v rámci teórie
- Odvodenie nelineárneho a hustotne závislého modelu hadronovej teórie poľa pre asymetrickú jadrovú hmotu a navrhnutie novej formy hustotnej závislosti v rámci teórie
- Prezentácia výsledkov vo forme príspevku na workshope CompStar2010, posteru na konferencii EURORIB2010 a seminároch pre skupinu ISOLTRAP/ISOLDE

Výstupy riešeného projektu

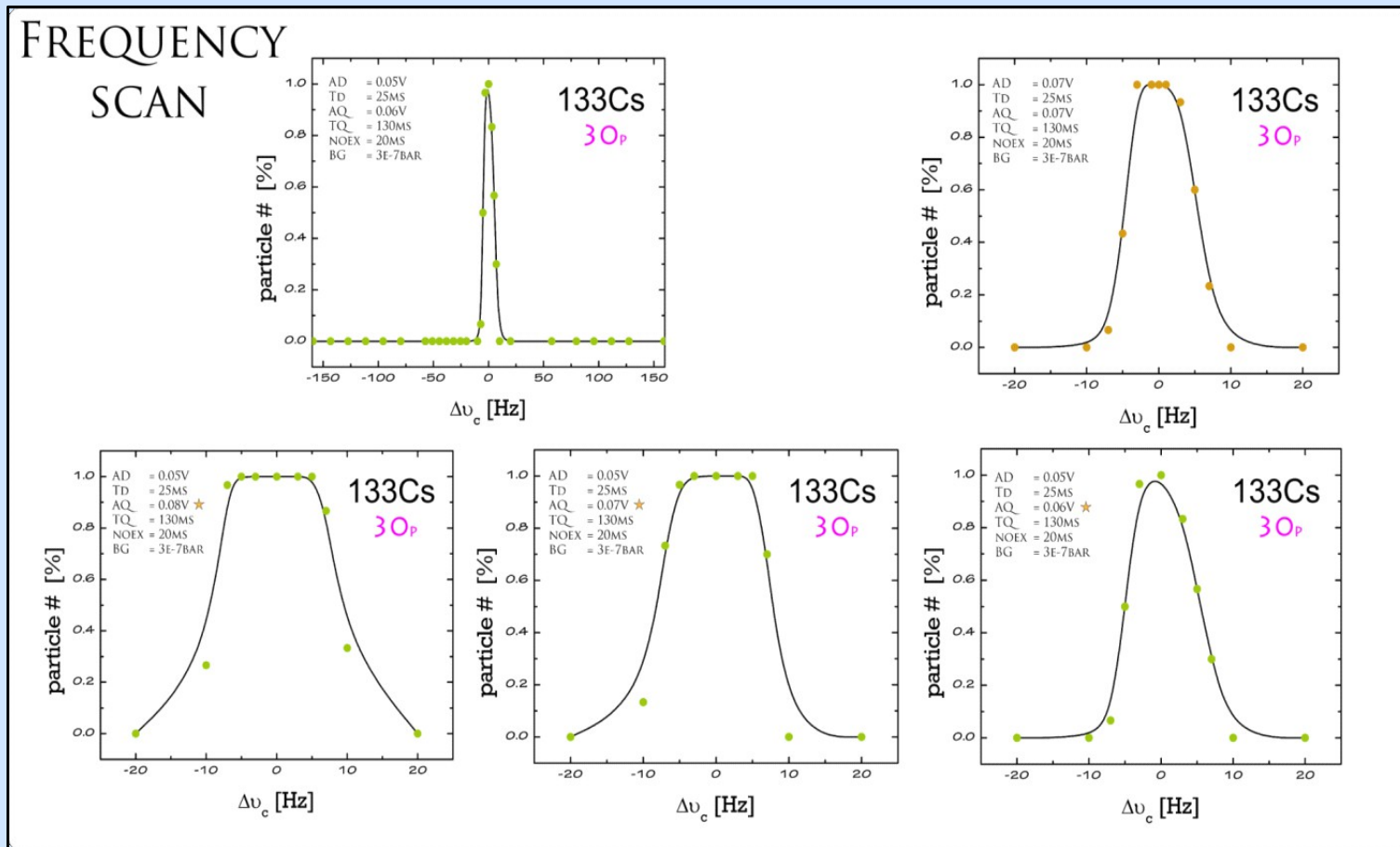
Príklady výsledkov:



Efektívna hustotná závislosť skalárneho a vektorového vertexu pre nelineárnu a hustotne závislú hadrónovú teóriu poľa. Všetky fity popisujú Dirac-Brueckner-Hartree-Fock dáta veľmi dobre, s výnimkou nelineárneho fitu pre omega mezón. Rozdiely v extrapoláciách, viditeľné mimo fitovacieho regiónu, priamo vstupujú do kvalitatívnych výpočtov v rámci teórie a majú tak vplyv na rearrangement príspevky, či stavovú rovnicu jadrovej hmoty.

Výstupy riešeného projektu

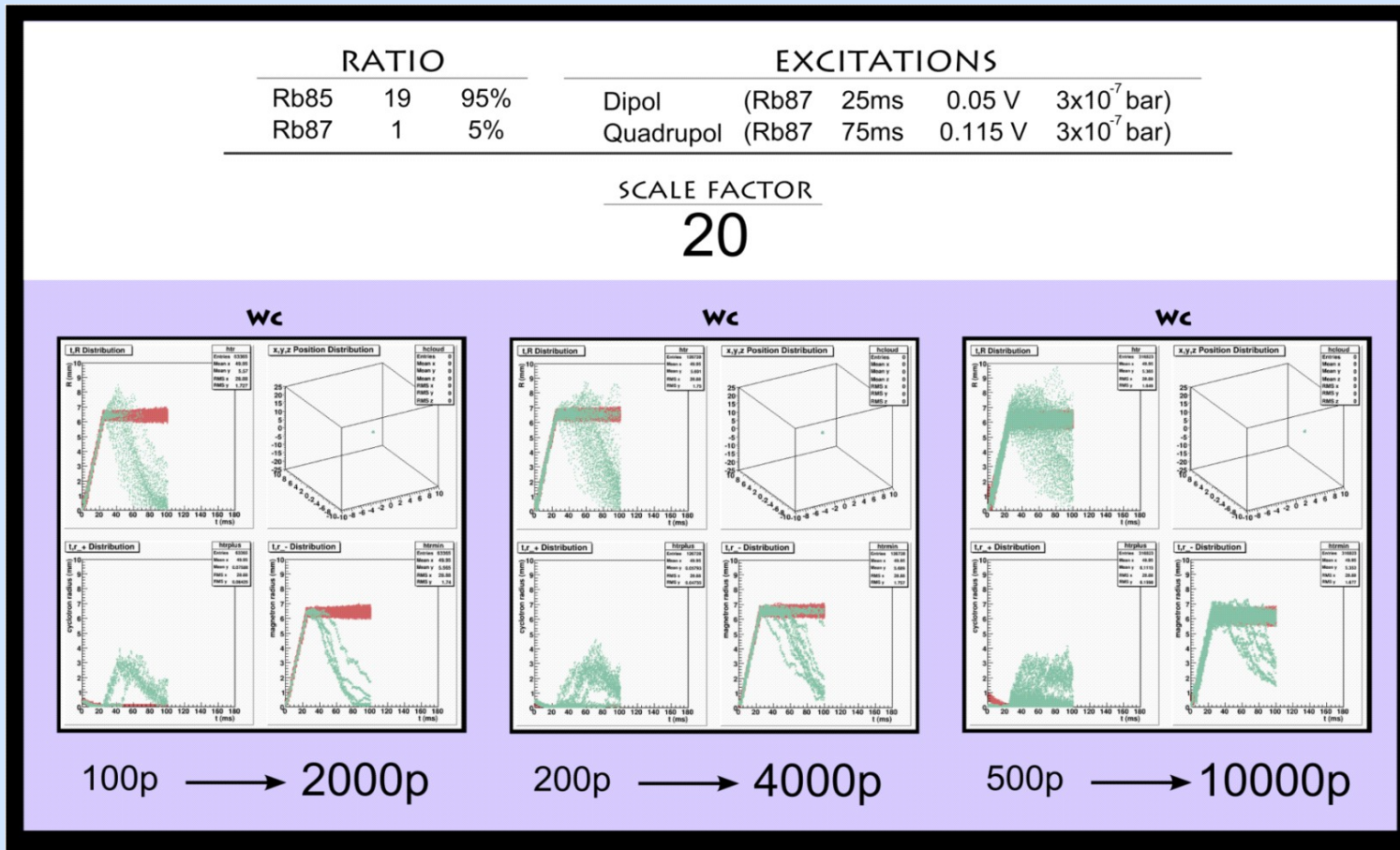
Príklady výsledkov:



Cyklotrónové frekvenčné rezonancie pre $\text{Cs}133$ získané zo simulácií 30-tich častíc v Penningovej pasci pre rôzne nastavenia cyklotrónovej excitácie.

Výstupy riešeného projektu

Príklady výsledkov:



Výsledky simulácií pre rôzne počty častíc a rôzne škálovanie Coulombovskej interakcie. Rozličné typy iónov sú odlišiteľné farbou. Jedným z dôležitých výsledkov je objavenie sa „couplingu“ medzi iónmi, ktorý je zreteľnejší pri vyšších počtoch častíc.

Výstupy riešeného projektu

Svoje výsledky som prezentoval na konferencii a zimnej škole

CompStar2010 School and Workshop
Computational Tools for Compact Star Astrophysics
7 - 17 February 2010, Caen, Normandy, France.

na seminári pre skupinu ISOLTRAP (CERN) s názvom

Compact Stars and Mean-Field Theory in a Nutshell
April 2010, CERN, Geneva, Switzerland
(<http://indico.cern.ch/conferenceDisplay.py?confId=92193>)

posterom na konferencii EURO RIB 2010

EURO RIB 2010
European Radioactive Ion Beam Conference
6 - 11 June 2010, Lamour, France.

na seminári pre skupinu ISOLDE:

Many-Body Simulations with GPU
seminar, CERN, Geneva, Switzerland

na špeciálnom seminári priamo pre skupinu ISOLTRAP:

Many-Body Simulations with GPU - Preparation Trap
seminar, CERN, Geneva, Switzerland

Rozpis vynaložených prostriedkov

Kristian Petrík	Suma
Stravné	9 059,70 €
Cestovné	1 120,54 €
Ubytovanie	2 556,70 €
Iné výdavky	2 515,68 €
Zdravotné poistenie	91,84
SPOLU	15 344,46 €

Projekt podpory vedeckých pobytov v organizácii CERN

pre uchádzačov pôsobiacich na

Fyzikálnom ústave Slovenskej akadémie vied

poskytnutím dotácie na zahraničné vedecké pobyty v organizáciách alebo centrách výskumu a vývoja vo väzbe na Európsku výskumnú infraštruktúru, v ktorých je Slovenská republika členom, alebo má významné zastúpenie na výskume a vývoji podporuje

Ministerstvo školstva, vedy, výskumu a športu

Slovenskej republiky

