

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-0050-11**
Silno interagujúca hmota v extrémnych podmienkach (SIMEX)

Zodpovedný riešiteľ **RNDr. Štefan Olejník, DrSc.**
Príjemca **Fyzikálny ústav SAV**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

1. Fyzikálny ústav SAV, Bratislava
2. Univerzita Mateja Bela v Banskej Bystrici
3. Ústav experimentálnej fyziky SAV, Košice
- 4.
- 5.

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

1. Departamento de Física, Universidad Técnica Federico Santa María, Valparaíso, Čile
2. National Research Nuclear University (MEPhI), Moskva, RF
3. Department of Physics and Astronomy, San Francisco State University, USA, a ďalšie

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

1. žiadne
- 2.
- 3.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

1. B. Z. Kopeliovich, J. Nemchik, I. K. Potashnikova, I. Schmidt: Quenching of high-pT hadrons: Energy loss versus color transparency, Physical Review C 86 (2012) 054904 [článok vyšiel v časopise s odporúčaním "Editor's Suggestion"]
2. J. L. Albacete, ..., J. Nemchik, ..., et al.: Predictions for p+Pb collisions at $\sqrt{s_{NN}} = 5$ TeV, International Journal of Modern Physics E 22 (2013) 1330007 [rozsiahly prehľadový článok, ktorý je v databáze Web of Knowledge označený ako "Highly Cited Paper" - doteraz naň registrujeme 51 citácií v odborných časopisoch a 30 citácií v iných publikáciách]
3. E. E. Kolomeitsev, D. N. Voskresensky: Time delays and advances in classical and quantum systems, Journal of Physics G: Nuclear and Particle Physics 40 (2013) 113101 [rozsiahly prehľadový článok v rozsahu 122 str.]

4. J. Greensite, Š. Olejník: Numerical study of the Yang-Mills vacuum wavefunctional in $D=3+1$ dimensions, Physical Review D 89 (2014) 034504
5. M. F. M. Lutz, E. E. Kolomeitsev, C. L. Korpa: Spectral representation for u- and t-channel exchange processes in a partial-wave decomposition, Physical Review D 92 (2015) 016003 [článok vyšiel v časopise s odporúčaním "Editor's Suggestion"]

Uplatnenie výsledkov projektu

Jednalo sa o projekt základného výskumu, pri ktorom sa neočakávalo priame uplatnenie v priemyselnej alebo spoločenskej praxi. Projekt prispel k teórii a fenomenológii silných interakcií. Dosiahnuté výsledky boli uverejnené v prominentných vedeckých časopisoch s vysokým impaktom. O ich prínose k rozvoju vednej oblasti svedčí aj značný citačný ohlas publikovaných článkov. Na báze výsledkov projektu je možné stavať aj v budúcnosti v nadväzujúcich domácich alebo zahraničných projektoch jeho riešiteľov. Integrovanou súčasťou projektu boli rozsiahle popularizačné aktivity, ktorých cieľom bolo prebudiť záujem žiakov, študentov a širšej verejnosti o fyziku a prírodné vedy.

CHARAKTERISTIKA VÝSLEDKOV

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Skúmali sme tvar vlnového funkcionálu vákua QCD (bez dynamických kvarkov) v simuláciách na mriežke. Nami navrhnutý tvar je v zhode s výsledkami pre testovacie konfigurácie kalibračných polí v $(2+1)$ dimenziách a po drobnej modifikácii aj v $(3+1)$ dimenziách.

Jednotne sme opísali rôzne procesy s veľkými p_T na jadrách. Vývoj hadronizácie vysoko-virtuálnych partónov vedie k vzniku vedúcich častíc na krátkej časovej škále. Príčinou pozorovaného potlačenia častíc s veľkými p_T je oslabenie bezfarebného dipólu, ktorého evolúcia v materii bola opísaná v rámci rigorózneho formalizmu Green. funkcií. Pri veľkých p_T sme zahrnuli aj jadrové efekty súvisiace so zachovaním energie. Model dobre opisuje dostupné experimentálne údaje potlačenia častíc a azimutálnej asymetrie pre veľké $p_T > 7$ GeV s jediným parametrom $q_0 = 1-2$ GeV²/fm, v súlade s očakávaniami a s J/Ψ dátami.

Pri fitovaní spektier v priechnej hybnosti (p_T) nie je možné zanedbať vplyv rezonancií. Použitím blast-wave modelu sme dosiahli sme najlepší fit spektier jadrových zrážok na LHC. V hydrodynamických simuláciách sme implementovali vplyv deponovania energie/hybnosti tvrdých partónov a ukázali sme, že vedie k dôležitému príspevku k anizotropii rozdelenia hadrónov.

V relativ. modeli stredného poľa sme skonštruovali stavové rovnice pre ľubovoľnú baryónovú hmotu, ktoré vyhovujú obmedzeniam z experimentov s jadrovými zrážkami a z pozorovaných vlastností neutrónových hviezd. Vypočítali sme viskozitu hustej a chladnej nukleónovej hmoty pri zahrnutí efektov média a vysvetlili sme stabilitu rýchlo rotujúcich neutrónových hviezd.

Odvodili sme analytickú štruktúru procesov v u- a t-kanáloch v hadrónových interakciách. Výsledky boli uverejnené v kvalitných vedeckých časopisoch a majú značný citačný ohlas.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

We investigated the vacuum wavefunctional of QCD (without dynamical quarks) in lattice simulations. Our proposed form agrees with results for test gauge-field configurations in $(2+1)$ dimensions, and after a minor modification also in $(3+1)$ dimensions.

We described in a unified way various high- p_T processes in nuclei. The development of hadronization of highly virtual partons leads to production of leading particles on a short time scale. The source of observed suppression of high- p_T particles is the attenuation of a colourless dipole, whose evolution in a medium was described within the Green function formalism. At large p_T we include nuclear effects related to energy conservation. The model

describes well available data on particle suppression and azimuthal asymmetry at large $p_T > 7$ GeV with a single parameter, $q_0 = 1-2$ GeV²/fm, consistent with expectations and J/Ψ data. It is impossible to neglect the influence of resonance decays on transverse momentum (p_T) spectra. We achieved best fit to spectra from Pb+Pb collisions at the LHC with the blast-wave model. In hydrodynamic simulations we implemented energy/momentum deposition from hard partons and showed that they contribute importantly to the anisotropy of hadron distributions. Within the relativistic mean-field approach we constructed equations of state of arbitrary baryonic matter which fulfill most known empirical constraints from heavy-ion collisions and compact stars. The viscosity of dense and cold nucleon matter was calculated with account for various in-medium effects, and stability of rapid rotation of neutron stars was explained. A general analytic structure of u- and t-channel process in hadron interactions was derived. Results were published in renowned scientific journals and have a significant citation impact.

Svojím podpisom potvrdzujem, že údaje uvedené v záverečnej karte sú pravdivé a úplné a súhlasím s ich zverejnením.

Zodpovedný riešiteľ

RNDr. Štefan Olejník, DrSc.

V Bratislave 22. 01. 2016

Štatutárny zástupca príjemcu

RNDr. Stanislav Hlaváč, CSc.

V Bratislave 22. 01. 2016

.....
podpis zodpovedného riešiteľa

.....
podpis štatutárneho zástupcu príjemcu