

Návrh bakalářské nebo diplomové práce

Ramův teorém a jeho aplikace v instrumentaci pro neutrinovou fyziku

Abstrakt:

Neutrinová fyzika je jedním z moderních směrů ve fyzice elementárních částic. Pro nízkou detekční účinnost neutrin je třeba, aby detekční zařízení byla co největší. Jelikož neutrina jsou neutrální (tj. nepřímo ionizující částice), lze je detekovat jen nepřímo, ideálně změřením drah nabitých produktů z interakce neutrina s vhodným atomem. Zařízení pro detekování neutrin bývají proto těmi největšími voxelovými detektory (pixel – picture element; voxel – volume element).

Jedním z nich je komora s časovou projekcí naplněná kapalným argonem (LAr-TPC – Liquid Argon Time Projection Chamber). Argon je v detekční technice famózní materiál, neboť umožňuje jak detekci prostřednictvím scintilací, tak detekci prostřednictvím ionizace. Funguje tedy jak jako scintilátor, tak jako náplň ionizačních komor. Komora je obvykle ve tvaru kvádru, ve kterém je rozloženo elektrické pole ve svislém směru. Na horní ploše kvádru je matice nábojově citlivých předzesilovačů, které dávají informaci o 2D projekci rozložení míry ionizace uvnitř komory. Třetí rozměr je dán dobou sběru nosičů náboje. Pro určení této doby je třeba znát okamžik vzniku ionizace a okamžik, kdy jsou volné nosiče náboje sebrány sběrnou elektrodou. Vznik ionizace je dán zábleskem scintilací (detekuje se rychlými scintilátory). Okamžik sběru nosičů elektrodou je dán signálem registrovaným předzesilovačem. Vznik tohoto signálu pohybem nosičů náboje je dán elektrostatickou indukcí. V detekční technice se pro ni vžil název Ramův teorém. Použitím tohoto teorému lze z 2D projekce dopočítat 3D rozložení ionizace a tím zobrazit dráhy nabitých částic (např. výše zmíněných produktů reakce neutrina s atomem, ale též např. miony z kosmického záření).

Na 3D rekonstrukcích reálně naměřených drah částic jsou však občas vidět rozmanité artefakty (např. místa s nenulovou mírou ionizace, kde ionizace nemohla vzniknout). V jiných případech je analýza drah částic velmi nesnadná (např. v případě hadronových spršek). V neposlední řadě je úsilí věnováno kompresi dat, neboť na takovýchto zařízeních jsou ukládána veškerá analogová data, která byla vhodně digitalizována.

Náplní tohoto projektu je hlavně fyzikální interpretace artefaktů v 3D rekonstruovaných dat. Práce vyžaduje dobrou znalost matematiky, fyziky a programování (ideálně v C++). V některých případech se nebude možné vyhnout konzultacím se zahraničními odborníky a služebním cestám po EU a USA.

Konkrétní zadání může být upraveno dle možností a zájmů studenta.

Zadání:

1. Seznamte se s Ramovým teorémem a proveďte rešerši odborných publikací na toto téma.
2. Seznamte se s formátem dat neměřených na LAr TPC, proveďte 3D rekonstrukce z poskytnutých dat a pokuste se vyhledat některé artefakty.
3. Pokuste se o fyzikální interpretaci alespoň některých artefaktů.

Literatura:

1. GERNDT, J., PRŮŠA, P.: „*Detektory ionizujícího záření*“, ČVUT, 2011.
2. G.F. Knoll: „*Radiation Detection and Measurement*“, John Wiley & Sons, Inc., 2000.