

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Jan Jerhot

Název práce: Search for Axion-like particles at the NA62 experiment

Studijní program a obor: FJF

Rok odevzdání: 2019

Jméno vedoucího: Karol Kampf

Pracoviště: ÚČJF

Kontaktní e-mail: karol.kampf@mff.cuni.cz

Jméno konzultanta: Michal Zamkovský

Pracoviště: ÚČJF

Kontaktní e-mail: michal.zamkovsky@cern.ch

Odborná úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Věcné chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu přiměřený počet méně podstatné četné závažné

Výsledky:

- originální původní i převzaté netriviální kompilace citované z literatury opsané

Rozsah práce:

- veliký standardní dostatečný nedostatečný

Grafická, jazyková a formální úroveň:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Tiskové chyby:

- téměř žádné vzhledem k rozsahu a tématu přiměřený počet četné

Celková úroveň práce:

- vynikající velmi dobrá průměrná podprůměrná nevyhovující

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky vedoucího:

Diplomová práce Jana Jerhota se zabývá studiem detekce částic, tzv. axionů, na experimentu NA62 v CERN. Práce je svou velikostí značně rozsáhlá (přesně 100 stran) a může se tak jevit pro fyzikální zaměření diplomové práce příliš dlouhá. Tento rozsah je však nezbytný, aby pokryl tři oblasti: teoretický úvod, představení NA62 experimentu a samotnou analýzu v tzv. beam-dump módu.

Samotný experiment se nachází ve francouzské části CERN, v tzv. severní oblasti (proto zkratka NA). Jde o experiment s pevným beryliovým terčem na který se vysílá svazek vysoko-energetických protonů z SPS a vzniká sekundární svazek hadronových částic. Fyzikální program NA62 se tak přirozeně zaměřuje na „flavour physics“, zde patří zejména hledání nové fyziky na elektroslabé škále (hlavní mód je rozpad $K \rightarrow \pi \nu \nu$), studium řídkých a zakázaných rozpadů (lepton flavour violation, lepton number violation) a pionová fyzika. Je zde také možnost měření fyziky tzv. hidden sektoru přes studium dlouho žijících nových částic, které se ale velice slabě vážou na částice standardního modelu. Na experimentu NA62 to lze zkoumat i v uspořádání „dump mode“, kdy beryliový terčik je odstraněn a primární svazek končí na měděném bloku. Zde můžou vznikat nové neznámé částice, které detektory uvidí pokud se rozpadnou na částice SM. Zaznamenanou signaturou bude tedy tento rozpadový vertex. Jako nové hypotetické částice se uvažují těžké neutrální leptony, dark fotony, dark skaláry a tzv. ALP částice (axion-like particles), které představují hlavní předmět studia předkládané diplomové práce. Dotýká se jednoho nevyřešeného problému standardního modelu, tzv. strong CP problému. Jde o odpověď na otázku, která váže neporuchové efekty kvantové chromodynamiky a narušení CP symetrie pro slabé interakce. Nevíme proč je narušení strong CP tak malé a jde o velice komplikovany fine-tuning. Jako jedno z možných řešení je zavedení nové symetrie a její spontánní narušení, které vede na existenci axionů.

Je zřejmé, že problém je teoreticky velice náročný a dotýká se komplikovaných partií matematické struktury standardního modelu. Protože se chceme problémem i v budoucnu zabývat hlouběji (v rámci navazujícího Ph.D. studia) zdálo se užitečné využít tuto práci i k hlubšímu nastudování teoretického pozadí problematiky axionů. V zásadách pro vypracování diplomové práce byl proto dán důraz i na vypracování rešeršní části. Myslím si, že jde možná o komplikovaný problém ale student se zhostil této části opravdu poctivě. I když jsou některé formulace neobratné, samotná část je opravdu těžko čitelná a pedagogicky by úplně neobstála, Jan Jerhot prokázal, že problematiku detailně nastudoval a dokázal v rozumné formě přetlumočit. S přihlédnutím i k vyjádření konzultanta (viz dále), který s ním spolupracoval na samotné analýze, doporučuji diplomovou práci k obhajobě a hodnotit známkou výborně.

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky konzultanta:

Študent sa aktívne zapojil do experimentu NA62 už počas svojej bakalárskej práce a pokračoval ďalej v rámci magisterského štúdia. Účastnil sa smien v kontrolnej miestnosti počas naberania dát. Aj vďaka tomu je jeho porozumenie ako funguje experiment v rôznych konfiguráciach a rekonštrukcia dát veľmi dobré. Zhrnul to v kapitolách 4-7. Oceňujem tiež jeho snahu rozumieť veciam do hĺbky, aj keď to priamo nesúvisí s problémom na ktorom práve pracuje.

Počas práce na meraní efektivity triggru študent objavil nečakané hodnoty. Tento výsledok prezentoval na kolaboračnom meetingu v Taliansku, čo viedlo k prepísaniu časti firmware trigger procesoru z čoho má prospech celá kolaborácia. Taktiež to ovplyvnilo skúmanie rozpadu axiónu,

keďže jeho ďalšia práca bola primárne zameraná na porozumenie technického problému a následného vyhodnotenie impaktu na namerané dáta. Táto časť jeho práce je zhrnutá v kapitolách 8-9.

Desiata kapitola potom popisuje stratégiu merania axiónu. Samotná analýza nameraných dát je na základnej úrovni, keďže k zaujímavejším častiam sa v dôsledku problému s triggrom nedostal.

Celková úroveň práce je veľmi dobrá, vytkol by som používanie príliš komplikovaných viet, niekedy s podivným slovosledom. Tiež histogramy nie sú úplne konzistentné ani v rámci kapitoly a niekedy obsahujú zbytočne veľa irelevantných informácií (napr. Mean, Std Dev, etc.).

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Ve třetí kapitole je napsáno, že z evoluce hvězd víme, kde v parametrickém prostoru bychom mohli očekávat axiony.

Z dalšího textu a obrázků to není vidět – lze to více komentovat?

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou/bakalářskou.

Navrhuji hodnocení stupněm:

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

Místo, datum a podpis vedoucího: Lund a Ženeva, 5.6.2019