

Posudek Oponenta Disertační Práce

Autor práce: Mgr. & Mgr. Tomáš Nosek

Název práce: Study of Neutrino Oscillations at the NOvA Experiment

Disertační práce prezentuje nejnovější měření efektů oscilací urychlovačových neutrin v mezinárodním experimentu NOvA. Autor v rámci české účasti na experimentu významně přispěl k několika dílčím krokům v rámci řetězce komplexní analýzy experimentu: k validaci vylepšené Monte Carlo simulace experimentu, k extrapolaci dat z blízkého detektoru pro predikci dat ve vzdáleném detektoru, k určení systematických chyb pro určení parametrů oscilací neutrin, aj. V těchto bodech byl hlavním analyzátořem v rámci mezinárodní kolaborace a výrazně tak přispěl k dosaženým výsledkům experimentu NOvA.

Disertační práce je napsána v anglickém jazyce na velmi vysoké úrovni. Je organizována do pěti hlavních kapitol: teorie a fenomenologie neutrin, popis experimentu NOvA, popis strategie analýzy oscilací neutrin, systematické chyby a výsledky. Členění jednotlivých kapitol je intuitivní, text je srozumitelný a popisy vyčerpávající. Na minimu místech se autor uchyluje až k trochu moc zjednodušenému popisu s nutností čtenáři znalosti problematiky, ale to je v rámci zachování rozumné celkové délky práce pochopitelné.

Těžiště autorovy práce spočívalo v analýze Monte Carlo simulace experimentu a naměřených dat pro určení predikce toku a tvaru spektra mionových a elektronových neutrin a antineutrin, ze kterých se po porovnání s daty extrahují hodnoty oscilačních parametrů. Dále se autor do detailu věnoval odhadu souboru systematických chyb pro toto měření. Při tom byly použity jak běžné metody analýzy fyziky vysokých energií, tak i dnes více a více uplatňované metody strojového učení či techniky analýzy hlavních komponent (Principal Component Analysis). Použité metody jsou odpovídající analýze a následují nejnovějšími trendy.

Autor prezentuje komplexně celkovou analýzu oscilací neutrin v experimentu NOvA s důrazem na jeho osobní příspěvek, zejména ve vylepšené technice extrapolace dat z blízkého detektoru a dále v zavedení dříve neuvažovaných systematických nejistot pro zvýšení robustnosti naměřených parametrů oscilací neutrin. Výstupem celé analýzy jsou naměřené hodnoty tří parametrů oscilací a preference hmotové hierarchie neutrin. Tyto výsledky jsou velmi relevantní, dá se říci, že i zásadní, pro současné i budoucí zkoumání vlastností neutrin a mají přesah do dalších odvětví fyziky, například do kosmologie. Experiment NOvA je součástí boomu přesných měření ve fyzice neutrin a se svými výsledky se jasně řadí mezi nejlepší na světě.

Asi jedinou připomínkou k práci hodnou zmínění je mnoho referencí na interní dokumenty experimentu NOvA, které nejsou obecně dostupné. Nicméně rozumím, že toto je povaha velkých mezinárodních experimentů a autor zde nic zásadního nezmuže. V práci se vyskytuje holé minimum gramatických chyb a nejasných vyjádření, v míře naprosto odpovídající rozsahu práce.

Práce má velmi vysokou úroveň jak po odborné, obsahové tak i stylistické stránce a splňuje všechny náležitosti disertační práce. Na základě výše uvedených skutečností vyvozují, že autor beze vší pochybnosti prokázal schopnost samostatně tvořivé práce a navrhuji tak udělit Mgr. & Mgr. Tomáši Noskovi titul Ph.D.

Nakonec bych rád uvedl pár dotazů pro autora práce:

- V kapitole 2.2 se říká, že svazek NuMI je nejintenzivnější umělý zdroj neutrin na světě. Bylo by možné provést kvantitativní srovnání intenzity s dalším umělým zdrojem, a to typickým komerčním jaderným reaktorem s produkcí $6 \times 10^{20} \bar{\nu}_e/s$?
- Autor zmiňuje, že experiment NOvA poběží do roku 2025. Jaké očekáváme zlepšení přesnosti v měřených parametrech oscilací neutrin? Jaký impakt bude mít toto zlepšení v rámci fyziky neutrin?
- V práci se referuje o blízkém a vzdáleném detektoru experimentu NOvA jako o funkčně totožných ("functionally identical"). Toto vyjádření se mi zdá v jistých ohledech trochu nadsazené, například kvůli různé velikosti detektorů, jiné, s tím spojené, akceptanci, atd. Mohl by se autor vyjádřit k funkční totožnosti detektorů, např. jaké jsou její předpoklady, kde jsou její limity, jak se to ověřuje či uvést příklad, jak se v rámci analýzy řeší systematiky funkční rozdílnosti detektorů?

V Praze, dne 27. 8. 2021

RNDr. Ing. Bedřich Roskovec, Ph.D

Ústav jaderné a částicové fyziky

Matematicko-fyzikální fakulta

Univerzita Karlova

V Holešovičkách 2

18000 Praha 8

Tel. +420-22191-2466