

Posudek školitele na disertační práci

Autor: Mgr. Tadeáš Bilka

Název: Time-dependent CP violation in $B^0 \rightarrow \eta_c K_S^0$ decays at the Belle experiment, Alignment of the Belle II detector

Předložená disertační práce Mgr. Tadeáše Bilky řeší dvě témata. Prvním je měření větvičího poměru a časově závislého narušení CP invariance v procesu $B^0 \rightarrow \eta_c K_S^0$ v experimentu Belle. Druhé téma se zaměřuje na alignment a kalibraci vrcholového detektoru experimentu Belle II. Samotné téma práce je velice aktuální a mohlo by vést k objasnění pozorované asymetrie mezi množstvím hmoty a antihmoty ve vesmíru. Standardní model, všeobecně přijímaná teorie elementárních částic, tuto asymetrii vysvětlit nedokáže. V japonské národní urychovačové laboratoři KEK probíhal v letech 1999-2010 experiment Belle zaměřený právě na studium narušení CP invariance. V minulé dekádě byl modernizován urychlovač KEKB a detektor Belle. Nyní se v experimentu Belle II na urychlovači SuperKEKB (tzv. Super- B továrna) ve srážkách elektronů s pozitrony produkují velká množství B^0 mezonů.

V měření časově závislého narušení CP invariance je klíčové určení okamžiku rozpadu z poloh rozpadů (vertexů) jednotlivých mezonů. Základem přesného měření poloh vertexů je kalibrace poloh jednotlivých detektorů a jejich segmentů. Zejména se to týká pixelových a stripových křemíkových detektorů tvořících základ tzv. Vertexového detektoru. Právě kalibrace poloh segmentů (alignment) je jedním z témat práce a odráží velice významný příspěvek autora ke kalibraci detektoru. Autor se významně podílel na tvorbě metodiky procedury alignmentu i na vytvoření programového vybavení pro kalibraci poloh detektoru. Vytvořené metody a programové moduly pak autor aplikoval na data naměřená během postupného spouštění a odlaďování provozu urychlovače a detektoru v posledních 5 letech. O jeho zapojení do problematiky svědčí, že působí po mnoho let jako koordinátor alignmentu v rámci celého experimentu. Metody i výsledky jeho práce byly předmětem několika konferenčních příspěvků a publikací a velice významně přispěly k rychlému porozumění spouštěného detektoru a získání kvalitních fyzikálních poznatků.

Dalším významným příspěvkem autora do problematiky je předložené měření větvičího poměru a časově závislého narušení CP invariance v procesu $B^0 \rightarrow \eta_c K_S^0$ v experimentu Belle. Zde autor vhodně využil existující

naměřená data z experimentu Belle k určení narušení CP invariance, konkrétně úhlu $\phi_1 \equiv \beta$ trojúhelníku unitarity. Navázal na práci Z. Drásala a doplnil celou analýzu o druhý rozpadový mód $\eta_c \rightarrow K_S^0 K^\pm \pi^\mp$. Výsledky práce jsou nyní předmětem interní oponentury experimentu a brzy budou zaslány k publikaci.

Předložená práce má velmi dobrou stylistickou i grafickou úroveň a bude jistě sloužit jako pedagogický úvod do problematiky pro další studenty. Její rozsah je nadstandardní, ale odráží množství metod a jejich validací vyvinutých a použitých během ladění a spouštění experimentu.

Autor během svého doktorského studia velmi významně přispěl k úspěšnému startu experimentu Belle II a zajištění jeho provozu. O jeho uznání kolaborací Belle II svědčí skutečnost, že byl mnohokrát vyslán prezentovat výsledky experimentu na mezinárodních konferencích.

Podílel se také na výuce v praxi i vedení studentských prací. Kromě těchto činností se velice aktivně zapojil do popularizace částicové fyziky např. příspěvkem k pořádání několika ročníků mezinárodní popularizační akce Masterclasses.

Celkově se domnívám, že autor odvedl velké množství práce při tvorbě kalibračního systému experimentu, při analýze prezentovaného rozpadového kanálu i v dalších oblastech experimentu. Předloženou prací dostatečně prokázal schopnost samostatné vědecké práce. Doporučuji proto práci po úspěšné obhajobě uznat jako disertační a autorovi udělit titul Ph.D.

Praha 21.8.2022

prof. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr.