

The Belle II vertex detector alignment studies and prompt $\sin 2\varphi_1$ analysis

Autor: Mgr. Jakub Kandra, MFF UK

Školitel: prof. RNDr. Zdeněk Doležal, Dr., MFF UK

Předložená práce se zabývá alignmentem (přesným určením pozice jednotlivých senzorů a subdetektorů vůči předpokládaným pozicím detektorového systému) vertex detektoru experimentu Belle II (na urychlovači SuperKEKB). Pozice jednotlivých senzorů a jejich sestav je velice důležitá pro všechny detektory a speciálně analýzy zabývající se B-fyzikou jsou na této práci velmi závislé, protože nepřesnosti způsobené nejenom zkroucením, posunutím či rotací vůči předpokládané pozici mohou vnést velké nepřesnosti do výpočtu pozic primárních vertexů a tedy i do výpočtu doby života částic. Druhá část předložené práce se zabývá studií CP narušení, konkrétně parametru $S_f \approx \sin 2\varphi_1$, který je důležitý pro testování Standardního modelu částic a případné experimentální hodnoty odlišné od teoretických předpovědí mohou být příznakem existence nové fyziky, nepopsané Standardním modelem. Parametr $\sin 2\varphi_1$, společně s ostatními (např. Δm_d), lze měřit pomocí časově závislé analýzy rozpadu $B \rightarrow J/\psi K_S^0$. V práci je detailně popsán celý proces získání výsledků - od rekonstrukce částic v signálovém kanálu přes popis určování vůně počátečního stavu (flavour of the initial state) B mesonu (tzv. flavour tagging), popis použitého modelu až po popis všech uvažovaných systematických nejistot a prezentaci výsledků.

Práce je napsána v anglickém jazyce na velice slušné úrovni, s minimem překlepů a gramatických chyb. Práci na této úrovni bohužel chybí seznam použitých zkratk (glosář), což neusnadňuje čtenáři možnost dohledat původní definici zkratky - zkratk je v textu velké množství. Některé termíny navíc ani nebyly vysvětleny, například se mi nepovedlo dohledat v textu, co je CKM matice (bohužel i odkaz chybí). Autor především v úvodu popisuje historii a objevy metod používaných v dnešní době. Většina z nich má u sebe velice správně citaci, ale u některých zmínek citace chybí (např. nový fokusační systém "crab waist" navržený Pantaleo Raimondim nebo objev vzájemného přechodu částic B_0 a \bar{B}_0 , tzv. $B_0 - \bar{B}_0$ mixing). Většina obrázků je velmi dobré kvalitě, popisky jsou většinou dobře čitelné (až na výjimky jako jsou Fig. 5.5-5.11, 7.16, 7.17 a 7.20-7.22, které by si zasloužili větší popisky osy y pro lepší čitelnost).

Z práce lze vysledovat začlenění autora do běhu kolaborace stejně tak jako jeho přínos do fyzikální analýzy CP narušení v systému $B - \bar{B}$ mezonů a příspěvek k alignmentu vertexového detektoru. Autor ve své disertační práci prokázal schopnost samostatné tvůrčí práce, dobrou znalost studovaného tématu stejně tak jako schopnost pracovat ve fyzikálních skupinách. Formální úprava a členění textu odpovídají požadavkům kladeným na tento typ práce. Celkově, z práce mám velmi dobrý dojem, myslím, že autor odvedl solidní kus náročné a velmi užitečné práce. Na základě jejího rozboru, posouzení formální a vědecké úrovně, předložená práce bezesporu splňuje požadavky kladené na disertační práci, a proto ji doporučuji k obhajobě a po jejím úspěšném završení udělit Mgr. Jakubu Kandrovi titul Ph.D.

K předložené práci mám následující dotazy k diskusi v průběhu obhajoby:

1. V rovnici (1.1) definujete vztah pro výpočet luminosity. Vzoreček obsahuje mimo jiné parametr $\beta_{y\pm}^*$. Jakým způsobem je tento parametr určen na SuperKEKB? Stačí krátký popis.
2. Na straně 43 píšete, že v monitoringu alignmentu je zanedbán úhel γ . Jak velké nepřesnosti se dopouštíte a může toto zanedbání mít zásadní vliv na monitoring?

3. Na obrázku 4.1 a v tabulce 4.1 ukazujete historii postupného uvedení urychlovače a detektoru do provozu. Mohl byste prosím ukázat i plány do budoucna? Na jak dlouhou dobu se očekává běh detektoru a urychlovače ve stávající podobě? Jsou plánované i další odstávky pro upgrade?
4. Rovnice (8.3) popisuje příspěvky jednotlivých "vůní" a obsahuje parametr Δw . Mohl byste více rozvést, co tento parametr představuje a jaký má vztah s wrong tag fraction w ?
5. V tabulce 8.5 uvádíte, že byl použita selekce pro výběr událostí $|\Delta E| < 0.3$. Bohužel jsem nenašel definici ΔE - rozdíl jakých energií je tento parametr?
6. Na straně 107 tvrdíte, že parametry A_f a Δw byly zanedbány. Zkusil jste fitovat váš model na data s volnými parametry? Tedy, nedochází zafixováním těchto parametrů k biasu ostatních parametrů?

V Praze 08/11/2021

Ing. Michal Marčíšovský Ph.D.