



Posudek oponenta disertační práce Mgr. Jakuba Kandry

Disertační práce Mgr. Jakuba Kandry se zabývá experimentální částicovou fyzikou s experimentem Belle II na nedávno zprovozněném urychlovači SuperKEKB v Japonsku.

Je evidentní, že autor cenným způsobem přispěl do rozběhu experimentu zejména důležitými alignment studiemi a také jednou z prvních analýz měření klíčových parametrů narušení CP symetrie ve Standardním modelu částic.

Experimentálně velmi cennou je komplikovaná analýza alignmentu množství individuálních křemíkových detektorů a to vč. nových technik studia deformací povrchů senzorů pomocí expanze do Legendreových polynomů. Geometricky komplexní úloha je velmi názorně popsána a edukativně ilustrována i pro tzv. slabé módy a jejich podchycení pomocí dvojitých hitů. Velmi užitečným se pak ukázal nástroj průběžného monitoringu alignmentu, který je schopen zaznamenat události od zemětřesení po vliv nenadálých událostí v urychlovači na detektor. Autor však také prokazuje dobré porozumění a popis všech částí detektoru jakožto i celého řetězce nabírání a zpracování dat, rekonstrukce drah či produkce simulací.

Ve fyzikální analýze pak autor nejprve pečlivě studuje rozlišení veličin použitých později ve fyzikálním fitu, věnuje se detailně systematickým chybám a snaží se diskutovat zaujatosti některých parametrů. Současně prokazuje znalost technik analýzy narušení CP symetrie a velmi dobré obeznámení s kinematikou procesů a jejich fyzikální podstatou.

Kladně také hodnotím autorovu schopnost shrnout provedenou práci do přehledného Summary vč. výhledu do dalších let běhu urychlovače SuperKEKB.

Jako drobné výtky či komentáře by šlo uvést např. následující body

- místy nadužívaný žargon a nevysvětlené zkratky specifické pro experiment, jeho SW či metody rekonstrukce
 - nevysvětlen pion π_{slow} (str. 7).
 - nejasné r_{FBDT} . (Tab. 8.8) a text nad ní, zřejmě flavour quality tag?
 - také “FBDT” a “qrCombined” v Sect. 8.8.2.
 - nevysvětlené proměnné ΔE (Tab. 8.5) a ΔE_{ctr} (Tab. 8.7) a text kolem.
 - Table 8.4 (str. 114): “stdKshorts”.
 - Obr. 8.19: “TDCPV” není definováno.
 - Terminologicky: proč je rozdíl časů rozpadů B mezonů značen Δt_{rec} ?
- Veličina “flavour tagger quality r ” je uvedena z kraje Sekce 8, je trochu vysvětlena až v 8.1, ale její podstatu jsem v textu nakonec nenašel.
- V Sekci 8.6.1 popisy fitů $B^0 \rightarrow K_S^0 J/\psi$ v $\mu\mu$ a ee kanále jsou stejné a šlo by je spojit.
- Příliš hovorová spojení str. 9 “famous”, str. 13 “They fly out into the surrounding space.”, str. 51 “some studies were repeated”.
- Str. 120--121: spojení “The fit looks good”, “it looks good enough” či “The fit is not perfect, however it looks satisfactory” jsou nekonkrétní/subjektivní a bylo by lepší je doložit nějakou kvantitativní mírou kvality fitu.

Anglicky je práce napsána na velmi dobré úrovni, i když by čitelnosti prospěly některé reformulace či opravy např. “the the”, “into to”, “ans” → “and”, “what” → “which” ve významu “což”, “statistic error” → “statistical uncertainty” apod.

K práci mám následující hlavní otázky a komentáře:

1. Introduction: jako jediný zdroj CP narušení je uváděna CMK matice, ta ale nevysvětluje pozorovaná CP narušení v našem Vesmíru diskutovaném výše.
2. Proč nakonec nebyla vlastní metoda potlačení kontinuálního pozadí založená na BDT použita v práci?
3. Zvládá poddetektor CDC zvýšenou luminozitu urychlovače? Jaké je gate voltage na pixelových a stripových detektorech, a jejich pracovní teplota?
4. Jako hlavní MC generátor je zmíněna Pythia, tj. LO generátor. NLO procesy není nutné uvažovat?
5. Dotazy k alignmentu
 - a. jsou zmíněna data zaznamenaná s nulovým magnetickým polem (Sect. 7.1 a 7.2.2), mají jejich výsledky omezenou aplikaci, jsou občas cíleně nabírána?
 - b. Sect. 3.4: χ^2 není χ^2 prob.; jde o χ^2 reziduí hitů vzhledem k nabitované dráze?
 - c. Ad str. 54: uvažuje se o extrapolaci drah z CDC do PXD?
 - d. Jakým mechanismem si vysvětlujete pozorované nevratné změny v alignmentu po problémech s urychlovačem? Půjde tedy alignment zlepšit?
6. Fyzikální analýza:
 - a. Zdá se, že věrohodnostní fit Eq. 8.22 je aplikován na veličinu, která je analytickou konvolucí “truth” rozdělení a funkce rozlišení. Zdá se tedy, že jde o případ extrakce fyzikálních parametrů ansatz funkcí s foldingem. Aplikuje se někdy v obdobných analýzách také unfolding, příp. proč ne?
 - i. Komentář, že parametry za středníkem jsou volné parametry fitu, by bylo vhodné zopakovat krom u Eq. 8.13 také u Eq. 8.22, a bylo by vhodné uvést hlavní fyzikální extrahované parametry jako argument funkce logaritmu věrohodnosti H_C .
7. Drobnější dotazy:
 - a. Jak je parametrizována funkce $w(S_{\neq})$?
 - b. Šlo by krátce osvětlit fyzikální podstatu continuum background?
 - c. Str. 123: proč jsou zmíněné parametry fixovány na hodnotu 1.35?
 - d. Ad Sect. 8.7.3.: je Poissonovský “bootstrapping” proveden jako smearing obsahu binů histogramů, anebo jako váhy pro události dle $Poisson(1)$?
 - e. Ad systematická neurčitost kinematické aproximace Sect. 8.9.4: je uvedeno, že její zaujatost může být absorbována do rozlišení. Je tedy možné, že je tato systematická hodnocena?

a následující drobné komentáře, které není potřeba diskutovat na obhajobě:

- str. 56/57: frakce by bylo lepší shrnout do grafu.
- Obr. 7.4 a dále a obd. obr. i v Appendixu by prospělo odstranění stat. boxu.
- str. 105: Δl v textu je Δz v obrázku 8.1? V této sekci by byl vhodný odkaz na zmiňované předchozí výsledky experimentů BaBar a Belle.
- Vztah 8.11 definuje škálovací parametry po posun středních hodnot s_{Δ} a změnu šířky s_{σ} obecně parametru s . Není úplně automatické/jasně, že stejná notace je využívána později i pro parametry $s_{\Delta t}$ a s_{mbc} v dalších částech analýzy.
- Obr. 8.4 by zasluhoval mean a sigma pull rozdělení.

- Obr. 8.17: co znamenají vertikální tečkované čáry?
- Sect. 8.5.1: skimming je aplikován in na e^+e^- případy?
- Chybějící jednotky v Tab. 8.21.
- Sekce 8.8: bylo by dobré dodat, že jde o sidebands v m_{bc^+} , také ve Fig. 8.22.
- Obr. 8.23 -- 8.25 by zasloužily menší překryv legendy a bodů, možná také podíl, a kvantifikaci míry shody dat s předpovědí.
- V tab. v Obr. 8.26 a 8.27 a dále 8.28 a 8.29: jednotky u Δ_{mbc} nejsou konzistentní.
- Obecně by bylo vhodnější hovořit o “statistical uncertainty” než o “error”, a “uncertainty in” místo “uncertainty of”.
- Uskočený text na str. 138 nahoře.
- Vhodnější by byl širší popis Tab. 8.15.
- Tečky za table captions, “line” → “row” apod.

Celkově lze konstatovat, že disertační práce prokazuje autorův významný vlastní příspěvek do experimentu Belle II a to jak po stránce alignmentu, který je klíčový pro performance jeho dráhového detektoru, tak po stránce komplexní fyzikální analýzy na prvních datech z rozběhnutého detektoru.

Dle mého názoru autor jasně prokázal schopnost samostatné vědecké práce na aktuálním a cenné tématu v experimentální částicové fyzice, a po zodpovězení hlavních otázek tak navrhuji práci plně uznat jako disertační práci a navrhuji uchazeči udělit titul PhD.

V Olomouci dne 7.11.2021

Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.

Společná laboratoř optiky Univerzity Palackého v Olomouci a FZÚ AV ČR

Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

Třída 17. listopadu 50A, 772 07 Olomouc

jiří.kvita@upol.cz

+420774365167

+420585631585