

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího  posudek oponenta  
 bakalářské práce  diplomové práce

Autor: Tomáš Mejsnar  
Název práce: Studium energie srážek v experimentu Belle II  
Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)  
Rok odevzdání: 2024

Jméno a tituly vedoucího: Mgr. Radek Žlebčík Ph.D.  
Pracoviště: Ústav částicové a jaderné fyziky, MFF UK  
Kontaktní e-mail: radek.zlebcik@matfyz.cuni.cz

## 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:

Student se ve své bakalářské práci věnuje zdokonalení měření těžiskové energie  $e^+e^-$  srážek v experimentu Belle II. Jednou z hlavních motivací pro tuto práci je zlepšení přesnosti měření hmoty tau leptonu, kde přesnost těžisk'ové energie je největší systematickou nejistotou. Hmoty tau leptonu je jedním z fundamentálních parametrů Standardního modelu a její dosud nejpřesnější měření bylo v roce 2023 publikováno Belle II kolaborací. Práce bude důležitým vstupem do chystaného vylepšeného měření hmoty tau leptonu, které je v plánu pro následující rok.

Nepřesnost měření těžisk'ové energie srážek je způsobena několika faktory, jedním z nejpodstatnějších je nedokonalá znalost rozptylu  $\sigma$  pravděpodobnostního rozložení těžisk'ové energie. Energie srážek totiž nemá jednu „ostrou“ hodnotu, ale náhodně se mění mezi srážkami a je popsána Gaussovským rozdělením s parametry  $\mu$  a  $\sigma$  jejichž měřené hodnoty jsou navzájem korelované.

Student v práci vyvinul novou originální metodu jak tento rozptyl  $\sigma$  měřit z průměrné rapidity mionů v  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^-$  událostech. Dosud se  $\sigma$  měřilo pomocí produkce  $B$  mezonů a to s podstatně vyšší systematickou a statistickou chybou.

Většina práce se zabývá vývojem statistického modelu, který popisuje zdroje rozmazání rapidity. Měřené spektrum rapidity je pak dáno konvolucí skutečného spektra rapidity s rozlišovací funkcí detektoru a konvolučním jádrem popisujícím fotonové emise, tedy případy  $e^+e^- \rightarrow \mu^+\mu^- + n\gamma$ . Kvalita vyvinutého modelu je ověřena na simulovaných datech, kde byla pozorována dobrá shoda mezi skutečnou a fitovanou hodnotou  $\sigma$ . Student také změřil  $\sigma$  na reálných datech a dostal výsledek konzistentní jak s metodou založenou na produkci  $B$  mezonů tak s hodnotou odvozenou z optických vlastností svazků v akcelarátoru. V práci chybí určení velikosti systematických chyb, které je ovšem nad rámec časových možností bakalářské práce.

Výsledek práce je originální a zdokonalí měření těžisk'ové energie srážek v  $e^+e^-$  experimentech, zejména v experimentu Belle II, kde umožní zpřesnění měření hmoty tau leptonu, jedné z elementárních částic Standardního modelu. Student při řešení práce, mimo jiné, prohloubil svou znalost relativistické kinematiky, statistických metod a programovacího jazyka C++, který pro implementaci metody použil. Rozsah práce je přiměřený, nemám k ni významnější připomínky a doporučuji ji hodnotit stupněm výborně.

### Práci:

- doporučuji  
 nedoporučuji  
uznat jako bakalářskou.

### Navrhuji hodnocení stupněm:

- výborně    velmi dobře    dobře    neprospěl

Místo, datum a podpis vedoucího:

Praha, 23. srpna 2024