

# Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě  
Univerzity Karlovy

- posudek vedoucího       posudek oponenta  
 bakalářské práce       diplomové práce

Autor: Petr Kouba

Název práce: Study of the Lepton Flavor Violating Decays of the Higgs Boson at the ATLAS Experiment

Studijní program a obor: Fyzika, Obecná fyzika (FOF)

Rok odevzdání: 2017

Jméno a tituly vedoucího/opponenta: Mgr. Michaela Mlynáriková

Pracoviště: Ústav částicové a jaderné fyziky, MFF UK Praha

Kontaktní e-mail: michaela.mlynarikova@cern.ch

## 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/oponenta:

Študent sa vo svojej práci zaoberá štúdiom rozpadov Higgsovoho bosónu na experimente ATLAS, jednom z experimentov na Veľkom hadrónovom urýchľovači (LHC) v Európskom laboratóriu pre časticovú fyziku (CERN). Zameral sa na potenciálne rozpady Higgsovoho bosónu, ktoré nezachovávajú leptónové číslo (lepton flavor violating Higgs boson) a teda nie sú predpovedané teóriou Štandardného modelu elementárnych častíc (SM). Cieľom práce je zvoliť výberové kritériá tak, aby sa maximalizoval počet signálnych udalostí a zároveň čo najviac potlačil príspevok pozadia.

Práca je rozdelená do piatich kapitol. V prvej kapitole je zhrnutá motivácia predloženej práce. Druhá kapitola je prehľadným úvodom do SM. Ďalej popisuje rozpady Higgsovoho bosónu, ktoré nie sú predpovedané SM a sú predmetom tejto práce. V druhej kapitole tiež autor popisuje udalosti pochádzajúce z pozadia a kinematiku študovaného rozpadu. V tretej kapitole je popísaný experiment ATLAS a jeho sub-detektory. Samotná experimentálna práca študenta je obsiahnutá v štvrtej kapitole, kde sú vysvetlené výberové kritériá, ktoré boli použité v analýze. Študent pracoval s dátami zozbieranými experimentom ATLAS v rokoch 2015 a 2016. Výsledky analýzy sú prezentované v histogramoch invariantnej hmoty vybraných prípadov. V období vzniku tejto práce nebolo možné odhaliť dáta v signálnej oblasti (pravidlá experimentu ATLAS) a teda autor nemôže vyniesť záver, či pozoruje rozpady Higgsovoho bosónu narušujúce leptónové číslo alebo nie. Piata kapitola obsahuje zhrnutie práce a jej záver.

Študent preukázal pochopenie danej problematiky, naučil sa pracovať so softvérovými nástrojmi používanými v experimentálnej fyzike elementárnych častíc (programové prostredie ROOT) a splnil zadanie práce. Práca je napísaná prehľadne a až na drobné nepresnosti, ktoré sú zhrnuté pod textom, je jej formálna a vecná stránka v poriadku.

str. 6:  $m_H = 125.09 \text{ GeV}$  – jednotky sa nepíšu kurzívou (vyskytlo sa viackrát v texte)

str. 8: In an actual experiment the luminosity is a function of time because the beam intensity decays with time. – autor pravdepodobne myslel decays  $\rightarrow$  decreases

str. 13: The entire inner detector is surrounded by toroidal and solenoid magnets, which cause the curvature of trajectories of the charged particles leaving the collision point. – Vnútny detektor je obklopený solenoidom, toroidálne magnetické pole pokrýva mióňové komory.

Str. 14: The outer calorimeter is a hadron calorimeter, aiming at the energy measurement of the particles interacting via strong interaction. – Úlohou Tile kalorimetru je rekonštrukcia energie hadrónov a jetov, a taktiež identifikácia elektrónov a mióňov.

Str. 10, 18: Missing transverse mass – používa sa termín *transverse mass*

### Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

1. V časti 2.1.3. *Bosons* autor načrtnol, že Higgsovo pole zohráva dôležitú úlohu pri generovaní hmôt vektorových bosónov  $W$  a  $Z$  pomocou Brout-Englert-Higgs mechanizmu. Práca sa zaoberá rozpadom Higgsovoho bosónu na pár fermiónov, preto sa ponúka otázka, či Higgsovo pole zohráva nejakú úlohu aj pri generovaní hmôt fermiónov.

2. V časti 2.2.3 *Background Events* autor píše, že tau leptóny pochádzajúce z rozpadu Higgsovoho bosónu sa rozpadnú vo vnútri „beam pipe“. To znamená, že v prípade, že všetky uvažované tau leptóny sa rozpadajú leptónovo, pre rozpad  $H \rightarrow \tau\mu$  alebo  $H \rightarrow \tau e$  vidíme v detektore rovnaké produkty rozpadu ako pre rozpad  $H \rightarrow \tau\tau$ , ktorý je predpovedaný Štandardným modelom.

a) Ako sa líšia tieto dva typy rozpadov?

b) Ako vieme, že sa pozeráme na prípady z rozpadu LFV Higgs boson a nie SM Higgs boson?

### Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako bakalářskou.

### Navrhují hodnocení stupněm:

výborně  velmi dobře  dobře  neprospěl/a

Místo, datum a podpis oponenta:

V Praze, 8.6.2017