

Posudek práce

předložené na Matematicko-fyzikální fakultě
Univerzity Karlovy v Praze

- posudek vedoucího posudek oponenta
 bakalářské práce diplomové práce

Autor: Bc. Michal Zamkovský
Název práce: NA62 data reconstruction of rare kaon decay $K^0(e4)$
Studijní program a obor: Fyzika – jaderná a subjaderná fyzika
Rok odevzdání: 2014

Jméno a tituly oponenta: Mgr. Zbyněk Drásal, Ph.D.
Pracoviště: ÚČJF – MFF UK
Kontaktní e-mail: Zbynek.Drasal@mff.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 oponenta:

V předložené diplomové práci, která je napsána v anglickém jazyce, se autor věnuje měření větvíciho poměru řídkého rozpadu $K^\pm \rightarrow \pi^0 \pi^0 e^\pm \nu$, tzv. $K^0(e4)$, na experimentu NA62 v laboratoři CERN (Švýcarsko). Jako referenční (normalizační) mód je pro toto měření použit rozpad $K^\pm \rightarrow \pi^0 \pi^0 \pi^\pm$, tzv. $K^0(3\pi)$. Součástí tohoto měření je i snaha o určení kinematicky nezávislých parametrů tzv. form faktoru F_s , na němž jako jediném v aproximaci s-vlny (příspěvek d-vlny je zanedbán) závisí amplituda $K^0(e4)$ rozpadu. Dále je experimentálně potvrzena existence tzv. cusp-singularity.

Vlastní diplomová práce obsahuje 10 kapitol a 3 dodatky. V prvních třech kapitolách je uvedena problematika tohoto fyz. rozpadu a popis experimentální aparatury. V úvodu jsou shrnuty výsledky dosavadních experimentálních měření. V druhé kapitole se autor stručně věnuje teoretickému popisu v rámci tzv. chirální poruchové teorie, především se snaží o nelehký úkol vysvětlit přítomnost form-faktorů a jejich kinematickou parametrizaci. Kromě toho vysvětluje zdroj tzv. cusp-singularity – rozptyl finálních pionů a možné produkce $\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^0\pi^0$. V třetí kapitole následuje popis experimentální aparatury, s důrazem na trigger a detekční systémy s přímým vlivem na vlastní měření.

Popis analýzy začíná kapitolou čtvrtou. Zde jsou shrnuty fyzikální vztahy pro určení větvičího poměru a form faktoru F_s . V páté kapitole jsou prezentována jednotlivá selekční kritéria, a to jak pro výběr signálního módu - $K00(e4)$, tak i referenčního módu $K00(3\pi)$. Dále jsou zde shrnuty korekce na měření energie v LKr kalorimetru (offset, linearita) a na určení hybnosti částic. V závěru kapitoly se autor věnuje odhadu pozadí od tzv. fake-elektronů (pionů chovajících se jako elektrony), skutečných elektronů z rozpadu nabitých pionů, kombinatorickému pozadí a pozadí od mionů (tzv. mion halo efektu). V šesté kapitole je stručně popsáno Monte Carlo (MC) generování studovaných procesů; důraz je hlavně dán na vysvětlení parametrizace form-faktorů pro simulaci studovaných procesů. Dále je zde uveden způsob výpočtu detekční akceptance. Výsledky simulací jsou ilustrovány na rozdělení akceptance, energetickém rozlišení invariantních hmot a prostorovém rozlišení vrcholů nabitých a neutrálních drah. Aby autor demonstroval platnost použitých metod pro analýzu dat, provedl i několik dedikovaných studií (MC versus data) v kapitole sedmé. Konkrétně se zaměřil na fyz. veličiny nutné k separaci signálního a referenčního módu: určení polohy neutrálního vrcholu, rozdělení invariantní hmoty neutrálních pionů. Nakonec autor studoval vliv polaritu magnetu použitého k separaci kladných a záporných kaonů. Vzhledem ke skutečnosti, že pro určení větvičího poměru je důležitá přesná znalost účinnosti triggeru, byla kapitola osmá věnována určení vhodného módu triggeru a výpočtu účinnosti. V deváté kapitole jsou uvedeny detaily určení větvičího poměru měřeného rozpadu $K00(e4)$ a koeficientů form-faktoru F_s . Kapitola desátá stručně shrnuje dosažené výsledky.

Kromě těchto kapitol obsahuje diplomová práce 3 dodatky popisující korekci nelineární odezvy kalorimetru, parametrizaci selekčního kritéria LDA a parametrizaci MC simulace $K00(3\pi)$ procesu.

Hodnocení této práce bych rozdělil na 2 oblasti: jazykovou/formální stránku a odbornou/věcnou stránku.

Hodnocení odborné stránky - případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

Po odborné stránce se domnívám, že autor naprosto přesvědčivě prokázal pochopení dané problematiky a že na uvedené analýze jasně demonstroval úspěšné osvojení si technik nutných k experimentálnímu určení rozpadů K mezonů s relativně malým větvičím poměrem. Navíc nebylo zřejmě úplně snadné absorbovat nutný teoretický rámec, který se k popisu rozpadu tohoto módu používá a který autor poměrně srozumitelně v diplomové práci popsal. Nicméně je zde několik věcných bodů, které bývají standardně součástí prací tohoto typu a které bohužel nebyly v práci úplně přesně vysvětleny. Proto bych poprosil autora o jejich ujasnění během obhajoby.

Kapitola 5. - Event selection and reconstruction: Vzhledem k tomu, že vrchol nabitě částice, společný vrchol neutrálních částic a invariantní hmota kaonu hrají ve Vaší analýze důležitou roli (několik selekčních kritérií tyto hodnoty používá, viz. např. obr. 5.7), můžete u obhajoby doplnit, jakým způsobem jste určil hmotu kaonu, respektive jakým způsobem jste extrapoloval informaci o hybnosti nabitě částice a informaci o energii neutrálních pionů do společného bodu? Očekávám, že to je např. důvod, proč je tvar invariantní hmoty v případě použití nabitěho vrcholu jako vrcholu kaonu tak asymetrický.

Kapitola 9. - Results: V případě tab. 9.1. by bylo vhodné konstatovat, zda-li se jedná o souhrn pouze relativních chyb statistického rázu či jsou zahrnuty i systematicky určení větvičího poměru. Podle hodnoty výsledné stat. chyby usuzuji, že se jedná pouze o souhrn statistických chyb. Proto byste měl dále diskutovat, jakým způsobem byla určena chyba systematická, a která selekční kritéria a jejich konkrétní hodnota do ní přispěla s nejvyšší vahou. V případě, že vliv systematicky zanedbáváte, měl byste to explicitně uvést. Můžete stručně shrnout, které jevy byly zahrnuty do výsledné systematické chyby větvičího poměru?

Co se týče fitování form-faktoru (viz. rovnice 9.4), pro hodnoty $q^2 > 0$ používáte vztah pro proces bez reálné produkce $\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^0\pi^0$, podobně pro $q^2 < 0$ používáte vztah pouze pro proces s reálnou produkcí $\pi^+\pi^- \rightarrow \pi^0\pi^0$, tj. vše bez interferenčních jevů. Můžete uvést proč, respektive jak lze potom form-faktor správně měřit?

Kapitola 10. - Conclusions: V závěru práce sice uvádíte, že očekáváte vliv systematicky zanedbatelný, můžete však říci proč? Výsledek větvičího poměru totiž srovnáváte s výsledkem experimentu NA48/2, který má skoro identické experimentální podmínky a kde je statistická chyba cca 2.5x menší, ale systematická je cca 3x větší než Vámi uvedená. Mimochodem, vzhledem k tomu, že jste dosáhl celkově přesného měření, bylo by vhodnější srovnání přímo uvést v závěru Vaší práce, nikoliv se odkazovat na tabulku v úvodu. Chystáte se výsledky publikovat?

Hodnocení jazykové a formální stránky:

Co se týče formální stránky, tak musím konstatovat, že zde vidím několik nedostatků, kterým by se autor, především do budoucna, měl vyhnout, a které bohužel částečně kvalitu této práce snižují.

1) U prezentovaných grafů by vždy měly být uvedeny fyzikální jednotky. Navíc, volba fontu by měla alespoň zhruba odpovídat velikosti fontu použitého textu, viz. např. grafy 5.6, 5.7 nebo 5.13. V případě velmi malého fontu jsou grafy skutečně těžko čitelné.

2) Popis grafů by měl být natolik zřejmý, že čtenář nemusí dále hledat upřesňující informace v textu, viz. např. obr. 5.1 nebo 5.4.

3) Jakožto nerodilý mluvčí nechci hodnotit úroveň anglického jazyka, nicméně se domnívám, že by si měl autor do budoucna dát pozor na složitější souvětí a shodu podmětu s přísudkem, a typicky nevynechat podmět v navazujících větách.

4) Tento bod považuji za nejdůležitější a týká se popisu jednotlivých kroků fyzikální analýzy. Uvítal bych, kdyby se autor více soustředil na fyzikální motivaci těchto kroků, dále detailněji demonstroval, jakým způsobem vybral tu či onu hodnotu, např. selekčního kritéria, a na závěr shrnul dopady, tj. např. faktor potlačení pozadí atd. V některých krocích fyzikální analýzy je toto naprosto srozumitelné, nicméně v některých je třeba práci přečíst celou a poskládat si celou mozaiku zpětně, anebo se přímo autora zeptat.

Práci

doporučuji

nedoporučuji

uznat jako diplomovou.

I přes všechny tyto nedostatky se domnívám, že odbornou náročností tato práce přesahuje běžný rámec diplomových prací a **navrhuji ji proto hodnotit stupněm:**

výborně velmi dobře dobře neprospěl/a

V Praze, dne 19.5.2014.

Zbyněk Drásal v.r.