

# Oponentský posudek na disertační práci Mgr. Petra Nečasala „Study of Interactions of Cosmic Rays at Ultra-high Energies“

Předmětem disertační práce je studium interakcí kosmického záření s extrémně vysokými energiemi  $10^{18}$  -  $10^{20}$  eV v rámci účasti v experimentu „Observatoř Pierre Auger“, automatický systém alarmů ochraňující experimentální zařízení a kvalitu dat a studie vlivu změn teploty na kalibraci systému v dlouhodobém měřítku.

## Struktura:

Práce je členěna do šesti logicky na sebe navazujících kapitol a obsahuje sedm doplňků. Po krátkém úvodu následuje kapitola, přibližující problematiku fyziky kosmického záření se zaměřením na oblast velmi vysokých energií (nad  $10^{18}$  eV). Další kapitola č.3 popisuje experiment. Je v ní také podrobně popsána autorova analýza vlivu teplotních změn na parametry luminiscenčních detektorů. V kapitole č.4 je popsán systém alarmů „Shift Guard“ vyvinutý autorem. Kapitola č.5 je věnována studii možné produkce mionů předpovídané různými modely interakce kosmického záření s atmosférou. V kapitole č.6 shrnuty výsledky práce a závěry. Nakonec je připojen seznam relevantní literatury. Disertace je srozumitelná, graficky velmi dobře upravená a je napsána v anglickém jazyce.

## Aktuálnost:

V oblasti energií  $10^{19}$ - $10^{20}$  eV je očekáván takzvaný Greisen-Zatsepin-Kuzminův limit t.j. hraniční energie, kterou by neměly přesahovat žádné částice dopadající na Zemi. Rozporuplné výsledky předchozích experimentů vyvolávají potřebu citlivějšího měření. Rozpor mezi pozorovanými počty mionů v úrovni pozemních detektorů a počítačovými modely si žádá lepší pochopení procesů odehrávajících se v počáteční fázi rozvoje spršky kosmického záření. Proto je předkládaná disertační práce vysoce aktuální.

## Metoda:

Počet mionů vzniklých ve sprškách kosmického záření byl určován pomocí simulací metodou Monte-Carlo, zahrnujících produkci těžších kvarků nebo účast temných hmotných fotonů. Výsledky simulací byly porovnány s reálnými daty z Observatoře Pier Auger. Systém alarmů, je samostatnou aplikací vytvořenou v jazyce C++. Aplikace komunikuje s různými systémy experimentu prostřednictvím speciální elektronické jednotky, vyhodnocuje případná ohrožení, informuje obsluhu a provádí záznam do databáze. Vztah mezi časovým vývojem měřené odezvy detektoru a údaji teploměřů instalovaných v různých místech laboratoře byl studován statistickými metodami. Zvolené metody byly adekvátní řešeným problémům.

## Výsledky:

Systém „Shift Guard“ je plně funkční a přináší výhody experimentu již řadu let. Hlavním výsledkem korelační analýzy je odvození formule pro korekční faktor aplikovatelný na kalibrační konstanty v případě větších výkyvů teploty. Studie produkce mionů ukázala, že nadbytek pozorovaných mionů pochází spíše ze standardních zdrojů, jako jsou piony nebo kaony, než z těžších kvarků nebo jiných exotičtějších zdrojů.

Připomínky, dotazy:

Lze rozpor mezi pozorovanými a modelovanými počty mionů v povrchových detektorech alternativně interpretovat jako důsledek nesprávné kalibrace fluorescenčního detektoru? Do jaké míry lze důvěřovat znalosti fluorescenčního výtěžku a sběru fluorescenčního světla?

Popište blíže rozšíření experimentu o pole radioteleskopů a scintilační detektory mionů.

Podle Fig. 4.7 na str. 105 byl v roce 2013 alarm v důsledku přesvětlení méně častý, než v předchozích letech. Existuje vysvětlení změny?

Závěr:

Autor prokázal schopnost a připravenost k samostatné tvůrčí činnosti v oblasti výzkumu. Práce splňuje požadavky kladené na doktorské disertační práce. Doporučuji proto, aby po úspěšné obhajobě byla Petru Nečasovi udělena vědecká hodnost Ph.D.

V Praze 5.1.2015

Ing. Vít Vorobel, Ph.D.  
oponent