

Posudek oponenta disertační práce Mgr. Petra Nečasala:

„Study of Interactions of Cosmic Rays at Ultra-high Energies“

Posuzovaná disertační práce sepsaná v rámci doktorandského studia pro získání titulu doktor (PhD) spadá svojí problematikou do oblasti spojující dvě velmi atraktivní oblasti fundamentální fyziky – částicovou fyziku a astrofyziku. Studium kosmického záření těch nejvyšších energií je velice atraktivní možností získat nové klíčové fyzikální poznatky v oblasti energií, které jsou na pozemských urychlovačích nedostupné. Zároveň by odhalení zatím neznámých zdrojů těchto částic a jader s extrémně vysokými energiemi mohlo odhalit mechanismy, které umožňují tak energetické částice získat. Z toho hlediska je téma vysoce aktuální.

Práce byla provedena v rámci skupiny zapojené do velké mezinárodní spolupráce, která vybudovala a provozuje největší a ojedinělý světový detektorový systém Observatoře Pierra Augera pro studium kosmického záření s extrémní energií. Jednotlivé výsledky se uplatnily v tomto experimentu a prošly náročnou oponenturou této mezinárodní spolupráce. To zaručuje, že jsou použité metody na špičkové vědecké úrovni.

Struktura práce je relativně klasická. V první části je podán krátký přehled zadaného tématu, řešených úloh, očekávaného vědeckého přínosu práce a struktury práce. V druhé kapitole je přehled historie objevu a zkoumání kosmického záření až po současnost. Je zde také přehled základních vlastností tohoto záření, přehled jeho možných zdrojů (i když s upozorněním, že zdroje zvláště toho s nejvyšší energií jsou stále záhadou) a přehled možných způsobů jeho detekce. Tato část je vypracována velice pěkně a didakticky. Zároveň lze pochválit dobrou angličtinu, která se mi velice dobře četla. I překlepů a vypadlých písmenek je relativně velmi málo. Tuto část lze velice dobře využít jako úvod do problematiky pro další studenty.

Ve třetí kapitole se podrobně rozebírá experimentální zařízení Observatoře Pierra Augera. Zde už také začínají části, na kterých student pracoval. Týkaly se kalibrací fluorescenčního detektoru a hlavně vlivu teploty na odezvu detektoru. Opíral se přitom o dlouhodobou činnost české skupiny v této oblasti. Podrobný popis je však i u kalibrace povrchových detektorů. I tuto část lze dobře využívat jako studijní materiál studentů, kteří začnou na experimentu pracovat. Ve čtvrté kapitole je velmi podrobný popis monitorovacího a výstražného systému, který pomáhá účastníkům směny na fluorescenčních detektorech. Doktorand navrhl, vytvořil a instaloval výstražný systém pro účastníky směny u fluorescenčních detektorů. Je velmi důležitý pro ochranu detektorů, které mohou být při některých podmínkách poškozeny nebo zcela zničeny. Systém se velice dobře osvědčil v praxi a stal se významným pomocníkem při zajišťování chodu observatoře. Popis v PhD práci je velice dobrým manuálem k tomuto systému.

Kapitola pět je věnovaná další oblasti vědecké práce, na kterou se doktorand zaměřil. Nejdříve v ní popisuje způsob zjišťování počtu produkovaných mionů. Snažil se posoudit různé možnosti vysvětlení toho, že u atmosférických spršek produkovaných částicemi kosmického záření s těmi nejvyššími energiemi vzniká reálně více mionů, než předpovídají modely. Nejvyšší energie srážek kosmického záření jsou o několik řádu vyšší, než které probíhají na urychlovači LHC. Snaží se posoudit jak různé klasické zdroje, tak i exotické možnosti, jako jsou třeba těžké fotony nebo jiné částice spojené se sektorem hypotetických částic využitelných k vysvětlení temné hmoty. V práci, kterou s kolegou Janem Ebrem publikovali ve *Phys. Letters B*, ukázaly, že produkce mionů z rozpadů temných fotonů je zanedbatelná a nemůže za pozorovaný přebytek stát. Další možností, která je zde studována, je produkce mionů v rozpadech částic obsahujících těžké kvarky c a b .

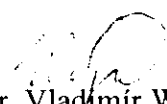
V závěru práce je její stručné shrnutí a přehled originálních výsledků, které doktorand získal. Práce je pak zakončena sedmi přílohami a rozsáhlou bibliografií.

Jak už bylo zmíněno, disertace je napsána velmi pečlivě v anglickém jazyce, což ji zpřístupňuje široké čtenářské obci. Pro mě viditelných gramatických chyb a překlepů tam nebylo mnoho. Graficky je práce velmi dobře vypravena. Tabulky i obrázky jsou přehledné, byly využity všechny možnosti současných textových editorů (jen pár obrázků a jejich popisky jsou velmi malé a špatně čitelné). Užitečný by byl seznam zkratk, zvláště když se někdy používají dříve, než jsou vysvětleny, což se třeba týká i nejčastěji používané zkratky EAS. Rozsah práce (přes 150 stránek) je více než dostatečný. Aktivní podíl doktoranda je jasně patrný. V práci jsem našel jen minimum drobných formálních chyb a nedostatků.

Posuzovaná doktorská disertace přináší nové výsledky, které jsou přínosem k zlepšení našich znalostí v oblasti studia kosmického záření velmi vysokých energií. Doktorand plně prokázal odpovídající znalosti v dané oblasti a použil postupy odpovídající zadaným úkolům. Práce je podstatným přínosem pro rozvoj výzkumů s detektorovými systémy zkoumajícími kosmické záření s extrémními energiemi. Rozvíjené metody by se mohly uplatnit i v dalších oblastech částicové fyziky velmi vysokých energií, experimentální i teoretické. Doktorand pracoval jak při přípravě hardwaru pro experiment, tak při získávání experimentálních dat i jejich interpretaci a simulacích s využitím modelů. Práce tak ukazuje, že doktorand je schopen samostatně vědecky pracovat. To prokazuje nejen jeho disertační práce, ale i publikace uvedené v práci. Kromě již zmíněné publikace ve velice dobrém časopise se jedná o interní materiály spolupráce Observatoře Pierra Augera, což je u metodických prací v tak rozsáhlých mezinárodních spolupracích obvyklé. Chtěl bych se zeptat, zda se připravují časopisecké články o metodických věcech a hlavně analýzy produkce mionů u spršek s velmi vysokými energiemi v rozpadech částic s těžkými kvarky.

Závěrem mohu konstatovat, že práce splňuje požadavky na disertaci kladené a autor prokázal schopnost samostatně vědecky pracovat. Navrhuji proto, aby po úspěšné obhajobě byla Mgr. Petru Nečesalovi udělena vědecko-akademická hodnost doktor (PhD).

V Řeži dne 28. prosince 2014


RNDr. Vladimír Wagner CSc.
Ústav jaderné fyziky AVČR Řež