

Posudek oponenta bakalářské práce

Autor práce: Nikolas Denner
Název práce: Vliv modifikací modelů hadronických interakcí na vlastnosti spršek kosmického záření
Obor: Experimentální jaderná a částicová fyzika
Rok odevzdání: 2020

Oponent: Mgr. Vladimír Novotný, Ph.D.
Pracoviště: Ústav částicové a jaderné fyziky, MFF UK
Kontaktní e-mail: novotnyv@ipnp.mff.cuni.cz

Slovní vyjádření, komentáře a připomínky oponenta:

Student Nikolas Denner se ve své práci věnuje možným modifikacím parametrů hadronických interakcí v kaskádách vysokoenergetického kosmického záření. V první kapitole uvádí problematiku kosmického záření od jeho objevení až po soudobá měření, zdůrazněna a podrobněji popsána je Observatoř Pierra Augera. Druhá kapitola ukazuje fyzikální pohled na rozvoj sekundárních spršek kosmického záření a představuje jak jejich základní analytické modely, tak hadronické interakční generátory, které stojí v jádru přesnějších Monte Carlo simulací. Třetí kapitola přibližuje programový balík CONEX, který je ve čtvrté kapitole použit k simulacím atmosférických spršek s modifikovanými parametry hadronických interakcí, hlavnímu původnímu výsledku práce.

Interační modely jsou modifikovány na úrovni účinného průřezu, multiplicity, elasticity a poměru vznikajících nabitých pionů oproti pionům neutrálním. Vliv změn na měřitelné parametry spršek je přehledně zdokumentován na kaskádách iniciovaných primárními protony a jádru železa na energiích $10^{19.5}$ eV a $10^{18.7}$ eV. Po prozkoumání dopadů změn v jednotlivých parametrech je v práci dále prezentován vliv současných změn účinného průřezu v kombinaci s ostatními veličinami. Při vlastní analýze student zjevně využil standardní programové nástroje používané v částicové fyzice jako je program ROOT.

Bakalářská práce Nikolase Dennera je logicky uspořádaná a srozumitelná a odpovídá požadkům na bakalářskou práci. Student správně cituje převzaté výsledky v celém textu. Práce vhodně kombinuje jak rešeršní, tak vlastní výzkumnou činnost, která převyšuje obvyklé standardy bakalářské práce. Připomínky vypsane níže cílí vesměs na precizaci textu a nijak nesnižují kvalitu práce.

Připomínky:

- V podkapitole 2.2.2 se používá termín atomové číslo ve významu nukleonového čísla.
- Charakteristika souborů simulací označená v kapitole 4 jako RMS je výběrová směrodatná odchylka (kvadratický průměr odchylek od střední hodnoty). Označení kvadratický průměr, které se používá v textu, je velmi zavádějící.
- U rovnice (1.2) by bylo lepší její obsah lépe vysvětlit a detailně rozepsat význam jednotlivých symbolů, např. t .
- V rovnici (3.3) je u $F(E)$ zřejmě chyba v části $\log_{10}(10E/E_{\text{th}}^{\text{mod}})$. Je správná energie, pro kterou $f(E, f_{19})$ (3.2) dosahuje hodnoty f_{19} , rovna 10^{19} eV?
- V kapitole 3 by bylo dobré zmínit, že přístup využívající řešení kaskádních rovnic, resp. použití programu CONEX, je limitován na výpočet podélného profilu atmosférických spršek.

- Prokládání simulovaných bodů v obrázcích v kapitole 4 polynomem 3. stupně nemá teoretickou oporu (str. 37) a často prochází zcela mimo body. Bylo by tedy lepší proklady nedělat nebo použít jinou metodu, např. spline interpolaci.
- Násobení je v práci někdy reprezentováno symbolem \cdot , jindy bez něj, což by bylo lepší sjednotit.
- Názvy časopisů v citacích jsou někdy uvedeny v plné a jindy ve zkrácené podobě (i stejný časopis), lepší by bylo toto sjednotit.

Případné otázky při obhajobě a náměty do diskuze:

- "Skutečná sprška se tedy skládá z počátečního mocninného růstu počtu částic, jeho širokého maxima a nakonec jeho postupného exponenciálního poklesu" (str. 18). Je počáteční růst skutečně mocninný? Je možné to ukázat např. na Heitlerově modelu?
- Podle čeho byly zvoleny rozsahy parametru f_{19} prezentované v práci?
- Modifikace interakcí jsou implementovány tak, že se daný parametr vynásobí funkcí $f(E, f_{19})$ (str. 35). Typická elasticita ve srážkách kosmického záření je cca 0,4 a funkce $f(E, f_{19})$ libovolně roste. Je ošetřeno, aby nedošlo k překročení maximální (≤ 1) elasticity? Jaké jsou maximální hodnoty škálovacího faktoru $f(E, f_{19})$ použité v práci?
- Při modifikaci účinného průřezu je ovlivněn jak účinný průřez interakce primární částice, tak účinné průřezy interakcí ve spršce. Je možné jednoduše odhadnout, kolik z pozorované změny $\langle X_{\max} \rangle$ připadá na změnu hloubky první interakce a kolik na vlastní rozvoj sekundární spršky?

Závěr:

Práci doporučuji uznat jako bakalářskou. Navrhuji hodnocení stupněm A (výborně).

V Praze dne 19.8.2020

Jméno a podpis oponenta: Vladimír Novotný