

Oponentský posudek na diplomovou práci Petra Nečesala “Testování modelů kosmického záření na urychlovači LHC ”

Diplomová práce Petra Nečesala je věnována studiu Monte Carlo generátorů hadronových interakcí při energiích, které jsou typické pro částice kosmického záření iniciující rozvoj rozsáhlé atmosférické spršky a které budou také dosažitelné na urychlovači LHC. Práce je psána v anglickém jazyce, je rozčleněna do pěti kapitol a obsahuje tři dodatky.

V úvodní kapitole autor předkládá motivaci a plán své práce.

Druhá kapitola je věnována přehledu generátorů hadronových interakcí, jejich obecným vlastnostem a jejich klasifikaci. Velká pozornost je věnována strunovým modelům.

Těžištěm celé práce je třetí kapitola, kde autor představuje používané generátory, vysvětluje jejich základní vlastnosti a způsob, jakým byly používány. Autor testoval Monte Carlo modely HIJING a PYTHIA používané v částicové fyzice, model QGSJET aplikovaný při studiu rozvoje rozsáhlé atmosférické spršky i jeho nejnovější verzi QGSJET II. Podle mého soudu přesvědčivě zdůvodnil podmínky, za jakých je možné výsledky těchto generátorů porovnávat, a vhodně zvolil i testovací pozorovatelné. Výpočty prováděl převážně v nedifrakčním režimu pro tak zvané maximálně nestranné události. Testovanými veličinami byla multiplicita produkovaných částic, rozdělení příčné hybnosti, pseudorapidity a pseudorapidity vážené energií. Jako testovací výsledné částice použil nabitě piony, nabitě kaony, protony, kvanta γ a miony. Autor podrobně popisuje výsledky získané použitím různých generátorů při simulacích pp srážek při energii dostupné na Tevatronu a diskutuje produkci půvabu jako zdroje mionů. V další části podrobně popisuje výsledky pro pp, pN, pS, pFe a NFe srážky při energii, která bude dostupná na LHC. V poslední části této kapitoly pak srovnává výsledky různých generátorů pro pp srážky se zahrnutím všech možných procesů a přitom používá kinematická omezení, která mají simulovat spouštěcí funkci detektoru ATLAS.

Ve čtvrté kapitole autor konfrontuje získané výsledky s možnostmi detektoru ATLAS. Podrobně rozebírá, které pozorovatelné by mohly pomoci rozhodnout, které fyzikální procesy zakomponované v testovaných generátorech nejlépe odpovídají realitě.

Výsledky jsou přehledně shrnuty v poslední kapitole. Autor dochází k závěru, že při energiích Tevatronu se generátory v testovaných pozorovatelných produkovaných částic příliš neliší. Hlavní rysy produkce částic popisují generátory podobně i v oblasti energií LHC. Rozdíly mezi generátory se začnou projevovat se vzrůstající hmotností terče nebo projektilu. Generátory se liší v produkci podivnosti a půvabu a také ve způsobu, jak nakládají s difrakčními událostmi. Za velmi cenné pokládám zjištění, že generátory používané ve fyzice kosmického záření produkují při srážkách méně mionů než generátory vyvinuté pro zkoumání srážek na urychlovačích.

Ve třech dodatcích autor připomíná definice některých veličin, uvádí tabulky středních hodnot všech zkoumaných veličin a doplňuje obrázky rozdělení produkovaných částic.

Připomínky:

1. V levé horní části Obr.3.3 a dalších nemá být na ose y uveden počet částic, ale počet simulací.
2. Na některých obrázcích nejsou vyznačeny statistické chyby, například Obr.3.13 vpravo dole a další.
3. Jiné méně podstatné formální nedostatky, například nejednoznačné odkazy, nevysvětlená označení a nejasné formulace, jsem osobně sdělil autorovi.

Dotazy:


1. Který z testovaných generátorů poskytuje nejmenší účinný průřez pro produkci půvabných částic, viz část 3.6 a Obr.3.8? S jakou přesností byly stanoveny účinné průřezy nakreslené na Obr.3.8? Jaký je poměr účinných průřezů pro produkci půvabných částic získaný při simulacích s generátorem HIJING a QGSJET, viz str.44 poslední úplná věta?
2. Byl bych rád, aby diplomant při obhajobě uvedl na pravou míru, který z generátorů předpovídá nejvíce produkovaných mionů v pp srážkách při energii dostupné na LHC, viz Obr.3.13, Obr.3.35 a Tab.B3.
3. Ocenil bych, kdyby diplomant při obhajobě vysvětlil, do jaké míry budou nalezené rozdíly v produkci mionů popřípadě i dalších částic pozorovatelné v detektoru ATLAS.

Téma diplomové práce, porovnání generátorů hadronových interakcí používaných v částicové fyzice a ve fyzice kosmického záření, je velmi dobře zvoleno. V dostupné literatuře podobná srovnání neexistují. Autor jako jeden z prvních testoval novou verzi generátoru QGSJET používaného jako standard ve fyzice kosmického záření.

Práce je napsána jasně a přehledně. Je zřejmé, že autor se musel podrobně seznámit s několika různými modely hadronových srážek a naučit se je používat. Provedl celou řadu výpočtů a dokázal je přehledně prezentovat. Podle mého názoru autor prokázal, že je schopen se uplatnit při rozvíjení konkrétního fyzikálního oboru.

Domnívám se, že práce Petra Nečasala splňuje všechny požadavky kladené na diplomovou práci. Doporučuji ji k obhajobě a navrhuji ji hodnotit známkou výborně.

V Praze dne 12.5.2006



RNDr. Dalibor Nosek, Dr.
ÚČJF MFF UK Praha