

Posudek oponenta bakalářské práce

Název: Miony ve sprškách kosmického záření
Název anglicky: Muons in cosmic ray showers
Autor: Antonín Kravka

Vedoucí bakalářské práce: RNDr. Petr Trávníček, Ph.D.
Konzultant: Ing. Jakub Vícha, Ph.D.
Rok: 2021
Oponent: Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.

Bakalářská práce studenta Antonína Kravky se zabývá velice aktuálním tématem v současné detekci a měření vlastností částic kosmického záření pozemskými observatořemi na velkých plochách, zejména v rámci experimentu Observatoře Pierra Augera.

Práce je napsána česky velmi čtivou formou a s využitím dobrých českých odborných termínů, což obecně není vždy jednoduché. Práce poskytuje podrobný popis spekter produkovaných pionů a mionů v atmosférických sprškách vysokoenergetického kosmického záření.

Celkově je práce na úroveň bakalářské práce nadstandardní délkou i uchopením tématu. Práce je na velmi dobré grafické úrovni a to jak sazbou textu tak provedením obrázků. Převzaté grafiky jsou vždy citovány, stejně jako další prameny, na které je podrobně odkazováno.

Co se odborných závěrů a výsledků práce studenta týče, tak cenné je potvrzení a interpretace deficitu předpovězeného signálu mionů v simulaci (mionový problém) pro spršky pod velkými zenitovými úhly, a zejména detailní 2D studie srovnání signálu z povrchových detektorů S(1000) a mionového signálu ze simulací, jako funkce sekansu zenitového úhlu a energie spršky, a vizualizace přítomnosti problému na úrovni okolo 30-40%, v závislosti na použitém modelu.

Práci celkově hodnotím známkou A, tedy výborně, a doporučuji ji k obhajobě.

K práci mám následující poznámky, drobné opravy a otázky do diskuze:

1. K úvodu: spršky jsou detekovány nejen při povrchu Země, ale i v atmosféře fluorescenčními detektory.
2. Konec úvodu: "nesoulad je interpretován jako nedostatek mionů v simulacích oproti datům"
3. V úvodu by dále možná stálo za to zmínit některé výsledky experimentu AMS-II, zejm. ve vazbě na popisovanou přítomnost antičástic a antijader v primordiálním kosmickém záření, které tento experiment úspěšně rozlišuje a detekuje.
4. Chybí mi jednoznačná definice atmosférické hloubky.
5. Hodilo by se teoretické vztahy doplnit číselnou hodnotou typického dosahu mionů v hornině.
6. 2.1: při dosažení kritické energie 85 MeV je již produkce e^+e^- párů nemožná z jiného důvodu -- jakého?
7. 2.3: není jasné, jaké struny jsou na mysli, evidentně jde o fenomenologické přístupy k hadronizaci, ale pojem není vysvětlen.
8. 3.1.2: navrhol bych přerformulovat obraty "měření výkonnosti fluorescenčního detektoru" spíše za účinnost "zaznamenávání hladin aerosolu" spíše za množství/koncentraci

9. Ad doba pulzů: myslí se střední čas, kdy byl pulz zaznamenán? A k -tý bin je bin v čase?
10. Bylo by vhodné vysvětlit význam parametrů spršky X_{\max} , X_0 a λ .
11. Není jasné, jak lze prostou kombinací Č. a scintilačních detektorů odlišit EM komponentu pocházející z mionů či hadronů.
12. 3.2: v případě $E > 10^{19}$ jde o mionový přebytek o velikosti minového signálu z Fe spršky, anebo přímo mionový signál konzistentní s Fe, zatímco ostatní vlastnosti spršky ukazují spíše na proton jako primární částici?
13. "příčemž byla uvedena nová metoda" -- metoda určení čeho?
14. Může být mionový problém z části dán nedostatečným porozuměním detekce, např. efektivitou, kalibrací Č. detektorů, či extrapolací sebraného signálu z gridu povrchových detektorů?
15. Jaká je frakce EM komponenty pozorované povrchovými detektory při studovaném zenitovém úhlu 60 stupňů? Jak moc toto může "pomoci" v nesouladu dat a simulací v povrchovém signálu? jde o zanedbatelný příspěvek na úrovni procenta či jiného řádu?
16. V obr. 4.1 a 4.2 by přehlednosti pomohlo zaukrouhlit hodnoty nafitovaných parametrů, z 1000 spršek určitě nejsou známy s přesností na 5 cifer.
17. Vztah 4.2 bych nepovažoval za něco, co platí, ale za model, jak si počet mionů odhadnout na základě volby několika modelových jader ve spektru chem. složení primárních částic?

V Olomouci dne 28.1.2021

.....

Mgr. Jiří Kvita, Ph.D.
Společná laboratoř optiky UP a FZÚ AV ČR
Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého
jiri.kvita@upol.cz
+420 774 365 167