

Posudek disertační práce

Measurement of Diffractive Dijet Production in Deep Inelastic Scattering at HERA Collider

Mgr. Boris Pokorný

Předložená disertační práce se zabývá měřením difrakční produkce párů jetů v hluboce nepružném rozptylu (DIS) v experimentu H1 na urychlovači HERA. Pro detekci difrakčních případů byla použita metoda velkých prázdných oblastí v rapiditě. Práce rozšiřuje starší měření provedené experimentem H1 pomocí podobné metody na menším souboru dat a vhodně doplňuje měření provedené v případech, kdy byl detekován dopředný proton. Téma práce je aktuální, získané výsledky přináší novou informaci o struktuře pomeronu, především o difrakčních gluonových distribučních funkcích.

Členění práce je přehledné, po stručném teoretickém úvodu, kde je čtenář uveden do problematiky difrakční fyziky a seznámen s motivací měření, následuje popis detektoru a poté už vlastní část věnovaná analýze dat a výsledkům. Práce je psána srozumitelně v anglickém jazyce dobré úrovně. Grafické provedení je rovněž na dobré úrovni.

V textu je nicméně řada překlepů, chyb a nepřesností. Zvláště v úvodní teoretické části. Chyby v rovnicích jsou uvedeny v příloze. Dále je v textu několik prázdných citací. U většiny obrázků třetí kapitoly, týkající se popisu aparatury H1, bych uvítal příslušnou referenci – nevypadají jako práce autora. Tyto povětšinou drobné nepřesnosti lze přehlédnout, svědčí spíše o nedostatku pozornosti, kterou autor úvodní teoretické kapitole věnoval. V textu je také několik zavádějících a nepřesných tvrzení. Například v samotném úvodu na první straně jsou difrakční procesy popsány jako třída procesů s malým přenosem hybnosti. Paradoxně se autorova práce zabývá difrakcí v tvrdých procesech. Stejně tak je z textu patrné nepochopení toho, co znamená faktorizační škála. Pokud by měla tu interpretaci, kterou ji autor přisuzuje v textu na straně 9, tedy jako škála, nad kterou je možné aplikovat poruchovou kvantovou chromodynamiku (pQCD), nebylo by možné srovnat prezentované měření s pQCD, jak autor v závěru práce činní. Dále autor velmi nestandardně zavádí na straně 5 partony jako *nabitě* konstituenty protonu. Z dalšího textu na straně 6 vyznívá, že autor na této definici trvá, byť později nepřímou zahrne gluony mezi partony, když mluví o gluonové distribuční funkci jako o partonové distribuční funkci.

Vlastní autorova experimentální práce je na vysoké úrovni a nemám k ní žádné významné výhrady. Náročná analýza je, v kontrastu s teoretickým

úvodem, provedena velmi pečlivě a její jednotlivé kroky jsou velmi dobře zdokumentovány a vysvětleny. Byť v některých technických částech byla práce díky množství použitých zkratk trochu hůře čitelná, zvláště pro člověka mimo experiment H1, byly vždy jednotlivé zkratky v textu vysvětleny a zavedeny. Výjimkou jsou snad jen subtriggery S0 a S1, jejichž definici jsem v textu nenašel. Kromě seznamu zkratk by také bylo užitečné, kdyby byly přepočteny akceptance jednotlivých subdetektorů z polárního úhlu na pseudorapiditu, např. formou přehledného obrázku.

Byl jsem také trochu zmaten rozporuplnými čísly ohledně podélné šířky shluků elektronů a protonů. Na straně 20 se čtenář dozví, že šířka elektronových a protonových shluků je 11 cm, což je nekonzistentní s šířkou vertexu 10 cm uváděnou na straně 37 (ta by musela být kolem 8 cm), aby se posléze dozvěděl na straně 47, že podélná šířka elektronových shluků je 2 cm a protonových 13 cm. Stejně tak působí zmatečně výčet systematických chyb. Netuším, jak autor v tabulce 5.1 dospěl k výsledné chybě 9.1% pro systematickou korekce detektorových efektů na hadronovou úroveň. V textu je pak zmíněno v odstavci 5.4.2, že tato chyba je 4%. Nicméně ani jedno z uváděných čísel neodpovídá součtu kvadrátů chyb, ten vede k hodnotě 5.1%. Teprve s touto hodnotou dává výsledná systematická chyba 9%, plynoucí z nejednoznačnosti fyzikálních modelů, smysl ($7^2 + 5.1^2 = 9^2$). Stejně tak netuším, jak autor dospěl k výsledné experimentální chybě 11% v kapitole 5.4.4. Součet kvadrátů chyb jednotlivých příspěvků 9%, 2.8% a 1% vyjmenovaných ve stejném odstavci dává výsledek pořád pod 10%.

Pokud jde o prezentaci výsledných měření, chybí mi číselné tabulky naměřených účinných průřezů pro jednotlivé distribuce včetně experimentálních a teoretických chyb. Kromě toho by bylo dobré uvést i informaci o korelaci mezi jednotlivými biny. V textu jsou sice korelace krátce diskutovány, pro potřeby fitování difrakčních partonových distribučních funkcí je však nutné tuto korelaci i kvantifikovat.

Autor prokázal schopnost samostatně vědecky pracovat a zhostil se náročného experimentálního měření výborně. Výsledné experimentální chyby jsou menší než nejednoznačnosti spjaté s neznalostí difrakčních distribučních funkcí a ostatních teoretických chyb. Měření je tak potenciálně velmi cenné a přináší nové informace o gluonovém příspěvku do difrakčních distribučních funkcí. Je jen škoda, že autor zatím tyto výsledky neprezentoval jinde než na pracovních poradách experimentu H1.

Předložená práce splňuje nároky kladené na doktorskou disertační práci a doporučuji, aby za disertační práci byla uznána.

V Praze, 13. prosince 2013

Mgr. Alexander Kupčo, Ph.D.

Otázky k obhajobě

- V odstavci 4.6.1 se studuje bias v zrekonstruované chybějící hmotě M_X pomocí MC. Nebylo by lepší, vzhledem k velké nejednoznačnosti popisu těchto případů, použít rovnou data? Mám na mysli analyzovat případy, kdy byl detekován dopředný proton a z kinematiky tohoto protonu určit M_X (nebo jinou obdobnou veličinu, např. relativní ztrátu energie protonu ξ), které by se pak srovnalo s M_X změřeným z kalorimetru?
- Obrázek 4.7 ukazuje velký nesouhlas mezi daty a MC pro hodnoty $\log(x_P) \sim -0.75$. Neukazuje to na špatný popis nedifrakčních případů a pokud ano, když nesedí nedifrakční případy, proč věříme modelování těch difrakčních?

Chyby v rovnicích

- Eq. (2.4), chybí faktor 2 ve jmenovateli
- Eq. (2.8) má být faktor 4 ne 2, chybí faktor 2 ve jmenovateli u kP členu, navíc si myslím, že rovnice platí jen pro skalární částici a ne pro všechny bosony
- Eq. (2.9) má být faktor 4 ne 2
- Eq. (2.15) chybí závorka
- str. 12, Regge limit má být $s \gg t$, ne $s \ll t$
- str. 12, špatná definice veličiny t (místo indexu b tam má být c)
- str. 16, místo μ bych použil dříve zavedený symbol pro faktorizační škálu μ_f
- Eq. (4.9) místo $\sum P_i^2$ má být $(\sum P_i)^2$
- Eq. (4.19) chybějící závorka
- str. 71 chybí druhá mocnina u p_T^* ve vztahu pro škálu μ
- Eq. (5.14), není vůbec jasné, co autor míní ...