

Oponentský posudek na diplomovou práci Bc. Matěje Vaculčiaka:

Study of non-linear evolution of the hadron structure within quantum chromodynamic

Předložená diplomová je zaměřena na studium struktury nukleonů v režimu hluboce nepružného rozptylu (DIS - deep inelastic scattering), v oblasti malých x . V práci se sleduje uplatnění modelu barevného dipólu v kombinaci s evoluční rovnicí Balitsky-Kovchegov (BK) pro konzistentní popis oblasti nasycení (parton saturation).

Jedná se o problematiku systémů vázaných silnou interakcí vycházející z teoretického popisu spočívajícím v kvantové chromodynamice (QCD). Výpočty vycházející z prvních principů QCD je však prakticky možné provádět pouze pro velmi omezenou třídu procesů. V mnoha ostatních situacích je pro výpočet možné použít pouze modelové přístupy s motivy QCD. Tyto přístupy, pokud se prokáže jejich dobrý souhlas s daty, mohou významně přispět k hlubšímu pochopení mechanismu silných interakcí v rámci QCD. Do této kategorie spadá i modelový přístup zvolený v diplomové práci. Celkově je tedy tematické zaměření předložené práce nepochybně velmi aktuální.

Práce je přehledně rozčleněna do několika částí. Po obecném úvodu vymezujícím problematiku následuje teoretický přehled (kap.2), v němž jsou shrnuty a vysvětleny základní pojmy z fenomenologie DIS a partonového modelu. V závěru této části je vysvětlen pojem neintegrováné gluonové hustoty (závisí i na příčném impulsu gluonů) i problémy s její evolucí při malých x . V další části (kap.3) jsou podrobněji vysvětleny hlavní myšlenky modelu barevného dipólu, alternativy k diagramu jedno-fotonové výměny v partonovém modelu. Další část práce (kap.4) je věnována zahrnutí saturačních efektů. Saturace gluonových distribučních funkcí při malých x je očekávaným efektem QCD a je bezprostředně spojena s přítomností 3-gluonových vertexů, které jsou pro QCD charakteristické. Jedná se však o efekt v neporuchové oblasti, proto je jeho přímý výpočet problematický. Hledání optimálního modelového přiblížení je tedy namístě. Technicky velmi komplikované výpočty v modelu CGC (Color Glass Condensate) jsou v práci efektivně nahrazeny jednoduššími výpočty založenými na evoluci barevného dipólu s pomocí BK rovnice. Podrobně je postup těchto výpočtů zpracován v kap. 5, v níž patrně spočívá hlavní samostatný přínos diplomanta. Kritériem kvality a užitečnosti provedených náročných výpočtů, je srovnání s existujícími daty, případně predikce křivek dosud nezměřených. Srovnání se strukturální funkcí F_2 a redukováným účinným průřezem σ_T měřeními v experimentech H1 a ZEUS na urychlovači H1 (DESY Hamburk) je provedeno v kap. 6. Obě tyto veličiny se počítají na základě amplitudy získané řešením zmíněné BK rovnice. Zhruba se jedná se kinematickou oblast $x \in (10^{-5}, 10^{-2})$ a $Q^2 \in (1.2, 60) \text{ GeV}^2$. Výpočty zatím nebyly provedeny ve všech dimenzích integrovaných proměnných, přesto naznačují velmi rozumný souhlas i potenciál pro další postup. V kap.7 jsou výsledky diplomové práce stručně a přehledně shrnuty. Techničtější pasáže jsou umístěny do tří apendixů.

Práce je vcelku přehledně a logicky sepsána a autor v ní nepochybně uplatnil řadu zajímavých nápadů. Tematika je aktuální. Celkově se domnívám, že diplomant přesvědčivě odvedl solidní kus náročné práce. Věřím, že získané výsledky i forma jejich prezentace splňují standardní kritéria kladená na diplomovou práci. Z těchto důvodů navrhuji hodnocení práce známkou A (výborně).

V Praze, dne 31. května 2021

Mgr. Petr Závada CSc., DSc.