

Energetická závislost hadronové struktury v rámci kvantové chromodynamiky

Předložená bakalářská práce se věnuje studiu vývoje struktury hadronů s rostoucí energií srážky. Struktura protonu je v této práci reprezentována tzv. profilovou funkcí protonu, která popisuje příčnou hustotu barevného náboje závislejší na parametru srážky. Tato příčná profilová funkce může být reprezentována buď jednoduchou Gaussovou distribucí, kdy je profil protonu nezávislý na energii srážky a nebo je možné definovat tuto profilovou funkci v rámci hot-spot modelu jako složení oblastí s nenulovou barevnou hustotou, jejichž poloha vůči středu protonu fluktuuje náhodně a jejichž počet roste s energií srážky. Pro účely porovnání s naměřenými daty byl zvolen proces produkce vektorových mezonů, který je velmi dobrou sondou do struktury protonu díky faktu, že parametr srážky je konjugovanou veličinou ke kvadrátu přenesené hybnosti v protonovém vertexu, což je experimentálně měřitelná veličina. Přesná data pro produkci vektorových mezonů tak dovolí v budoucnu velmi dobře rozlišit mezi různými modely pro příčnou strukturu protonu a její energetickou evoluci.

Problematika je velmi aktuální vzhledem k plánovanému urychlovači Electron-Ion Collider v USA, který bude srážet elektrony s protony a jádry a pro nějž budou přesné předpovědi měřitelných veličin elektron-protonových srážek důležité pro odlišení jaderných efektů od efektů, které jsou přítomny už pro protonové terče. Bakalářská práce je napsaná v českém jazyce solidní úrovně a je členěna do tří kapitol, úvodu a závěru. V první kapitole se autor věnuje představení základních pojmů a jevů kvantové chromodynamiky, jakožto teorie, která popisuje v obecné rovině studovaný proces. V druhé kapitole je představen proces produkce vektorových mezonů v rámci přiblížení barevného dipolu a je zde ukázáno, jak se projeví různé modely struktury terčového protonu na tvaru amplitudy pro studovaný proces resp. na tvaru účinného průřezu. V poslední kapitole jsou prezentovány dosažené výsledky pro pozorovatelné veličiny. Je ukázáno, že oba dva modely struktury protonu vedou na velmi dobrou shodu s dostupnými daty z experimentů na urychlovači HERA pro exkluzivní produkci, zatímco pro disociativní produkci je započtení energetické evoluce struktury protonu klíčové pro dobrý souhlas s daty.

K práci jako takové nemám větší výhrady. Práce má logickou strukturu a dosažené výsledky jsou originální a student jich dosáhl samostatně a to v rozsahu překračujícím běžně obhajované bakalářské práce. Jedinou drobnou výtku mám k místy příliš stručnému vysvětlení základních pojmů a na první pohled nelogické návaznosti jednotlivých podkapitol. To je ale na této úrovni studia pochopitelné a zcela jistě se to zlepší v následných pracích. Rád bych ještě jednou vyzdvihl rozsah především samostatné tvůrčí práce, který odpovídá spíše pracím v magisterském studiu.

Na závěr tedy konstatuji, že student realizoval úkoly stanovené v zadání bakalářské práce v plném rozsahu a ve výborné kvalitě. Práce je původní a velmi aktuální, metody odborné části jsou adekvátní a student si je osvojil na vysoké úrovni.

Na základě výše zmíněných faktů a soustavné aktivní práce studenta na řešené problematice navrhuji ohodnocení známkou výborně (A).

V Praze, dne 4. 8. 2021

Jan Čepila