Downloaded from UvA-DARE, the institutional repository of the University of Amsterdam (UvA)
http://dare.uva.nl/document/104852

File ID	104852
Filename	Samenvatting

SOURCE (OR PART OF THE FOLLOWING SOURCE):

Type	Dissertation
Title	Measurement of charm production in deep inelastic scattering at HERA II
Author	T.G. Grigorescu
Faculty	Faculty of Science
Year	2008
Pages	vi, 168
ISBN	9789064880308

FULL BIBLIOGRAPHIC DETAILS:
http://dare.uva.nl/record/271134

Copyright

It is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), other than for strictly personal, individual use.

UvA-DARE is a service provided by the library of the University of Amsterdam (http://dare.uva.nl)

Samenvatting

Het meestvoorkomende element in het heelal is waterstof. Het vormt meer dan 75% van de zichtbare materie[1]. Het proton is de kern van het waterstof atoom. Protonen werden in groten getale gecreëerd ongeveer 10^{-6} seconde na de Big Bang. Protonen worden stabiel verondersteld[2].

In het midden van onze zon fuseren protonen met elkaar tot helium kernen. Dit vindt plaats bij een druk die honderd miljard keer hoger is dan de atmosferische druk van de aarde en een temperatuur van rond vijftien millioen graden. Deze kern reactie voorziet de zon van energie die constant vrijkomt aan het oppervlak in de vorm van, onder andere, fotonen. Dit is de energie die het leven op aarde mogelijk maakt en onderhoudt.

Na de ontdekking van het elektron door J.J.Thomson in 1897, werd het duidelijk dat atoom kernen positief geladen zijn, zodat de atomen zelf neutraal zijn. In 1918 voerde Ernest Rutherford verstrooiings experimenten uit met helium kernen, ook wel alpha deeltjes genoemd, op stikstof gas. Hij bemerkte dat de scintillatie detector signalen van waterstof kernen detecteerde. Rutherford bepaalde dat deze kernen alleen van het stikstofgas afkomstig konden zijn en zo concludeerde hij dat stikstof kernen uit waterstof kernen bestaan. Dit impliceert dat de waterstof kern een elementair deeltje is, genaamd het proton.

Rutherford postuleerde het bestaan van nog een ander deeltje, het neutron genaamd, dat gevormd kan worden als een proton een electron vangt. Het neutron is in massa vrijwel gelijk aan het proton, maar het is elektrisch neutraal. Het neutron werd ontdekt in 1932 door James Chadwick. Het is een instabiel deeltje met een levensduur van ongeveer 15 minuten voordat het vervalt tot een proton, een elektron en een neutrino.

Als neutronen zich samen met protonen in een atoomkern bevinden, zijn zij

[1] Slechts 4% van de totale energie dichtheid bestaat uit zichbare materie. De rest wordt gevormd door donkere materie (22%) en donkere energie (74%).

[2] De experimentele ondergrens van de levensduur van een proton is 10^{35} jaar.

echter stabiel. Twee protonen en twee neutronen vormen de heliumkern; 92 protonen en 146 neutronen vormen de uraniumkern, het zwaarste element op aarde.

De ontwikkeling van deeltjes versnellers in de jaren 50 leidde tot de ontdekking van verschillende deeltjes, hadronen genaamd. Het leek dat zulke grote aantallen deeltjes niet elementair konden zijn. Het idee van quarks kwam voort uit een klassificatie van hadronen: het quark model was onafhankelijk ontwikkeld door Murray Gell-Mann and Kazuhiko Nishijima in 1961. Er bestaan 6 verschillende soorten quarks: up, down, charm, strange, top and bottom. Ze hebben elk hun antideeltje, dat een identieke massa maar tegenovergestelde quantumgetallen heeft. Het wordt verondersteld dat het proton, het neutron en alle anderen hadronen samengesteld zijn uit quarks. De ontdekking van Δ^{++}, een hadron dat bestaat uit 3 identieke *up* quarks, was in tegenspraak met de theorie: Pauli's *uitsluitings principe* ging hier niet op.

Een oplossing voor dit problem werd gevonden in 1965 door Young Han, Yoichiro Nambu and Oscar W. Greenberg die onafhankelijk van elkaar voorstelden dat quarks een aanvullende *SU(3) ijk vrijheidsgraad* hadden, ook wel kleur lading genoemd. In de jaren 70 werd een geunificieerde theorie ontwikkeld, het Standaard Model genaamd. Deze theorie bracht drie fundamentele krachten onder één noemer: de electromagnetische, de sterke en zwakke kern krachten.

Volgens het Standaard Model werken nieuwe deeltjes, ijkbosonen genaamd, als kracht mediatoren en ontstaan in de ijk symmetrieën van de elementaire bouwstenen van de theorie, de quarks en leptonen.

Quantum chromo-dynamica is een quantum velden theorie, onderdeel van het Standaard Model, dat de sterke interactie via gluonen, *de vector bosonen van het kleuren veld*, beschrijft. Gluonen hebben zelf kleur lading en kunnen zodoende met elkaar een wisselwerking aangaan. Experimenteel bewijs van gluonen werd in 1979 gegeven bij de Petra collider in Duitsland. Vanuit het perspectief van de chromodynamica, werd het proton een erg dynamisch en complex object, bestaande uit 3 quarks (*uud*) en een eeuwig veranderende zee van virtuele quarks en gluonen.

De structuur van het proton is uitvoerig bestudeerd door de ZEUS collaboratie met behulp van de HERA deeltjes versneller in Hamburg, Duitsland. Daar werden protonen en elektronen tot zeer hoge energieën gebracht en vervolgens frontaal tegen elkaar gebotst. Door deze botsing valt het proton uiteen en komen er quarks en/of gluonen vrij. De quarks en gluonen kunnen zich niet volledig vrijmaken maar combineren tot deeltjes zodat er een cascade van deeltjes de ZEUS detector doorkruist.

Uit deze deeltjes kan informatie afgeleid worden over de oorspronkelijke structuur van het proton. De HERA deeltjes versneller kan gezien worden als een gigantische elektronen microscoop die de onderdelen van het proton tot in detail onderzoekt.

De huidige analyse meet productie van charm quarks in *diepe inelastische verstrooiïng* door reconstructie van D^0 charm mesonen, die vervallen via $D^0 \rightarrow K + \pi$. De meting is sterk afhankelijk van informatie van de microvertex detector (MVD) en van nauwkeurige spoor- en vertexreconstructie. Op het niveau van de detector is het recent mogelijk geworden de microvertex detector nauwkeuriger te calibreren. Dit is mogelijk door het gebruik van sporen afkomstig van de e^-p botsing, wat leidde tot een verbeterd oplossend vermogen in de MVD van ongeveer 20 micron.

Dit vertaalt zich tot een oplossend vermogen voor de impact parameter voor sporen ten opzichte van het e^-p interactie punt van ongeveer 100 micron. Dit is de theoretisch best mogelijke waarde, gegeven de lange extrapolatie lengte en het dode material in de MVD. Om optimaal gebruik te kunnen maken van het oplossend vermogen van de MVD, werd een analyse-afhankelijke benadering van vertexreconstructie gebruikt: voor elke gebeurtenis, werden secundaire vertices van paren sporen met tegengestelde lading geconstrueerd, terwijl de rest van de sporen in de gebeurtenis de positie van de primaire interactie bepaalden. Karakteristieke vervals variabelen werden gereconstrueerd in de buurt van de vervalsvertex. Deze variabelen zijn bijvoorbeeld vervalslengte, significantie van de vervalslengte, de eigen levensduur en een pseudospoor dat wordt geassocieerd met het oorspronkelijke vervallende deeltje. Bovendien werden deze variabelen gebruikt als *filter* parameters om het D^0 meson signaal te versterken. Dit leidde tot een nauwkeurigere meting. Ook stond deze reconstructie van het verval toe een signaal bij lage waarden van de transversale impuls van het meson te detecteren. Dit resulteerde in een significante toename van de statistiek, wat een betere granulariteit van de meting mogelijk maakte.

Charm quark productie werd gemeten als een functie van foton virtualiteit Q^2, transversale impuls van het D^0 meson, pseudo-rapidity van het D^0 meson alsmede de Bjorken x waarde van de gebeurtenis. Deze differentiële werkzame doorsneden werden vervolgens vergeleken met de *next-to-leading-order* theoretische voorspelling van QCD. Overeenstemming werd gevonden in de vorm van alle verdelingen van de werkzame doorsneden. Gemeten werd dat de algemene normalisatie 20-25% lager was dan de voorspelde theoretische waarde. Ook werd de bijdrage van de charm quark aan de totale F_2 structuur functie bepaald. Er werd aangetoond dat

de charm productie gedomineerd wordt door gluons bij lage Bjorken x. Als de discrepantie tussen de theoretische en gemeten normalisaties geïnterpreteerd wordt als een discrepantie in de gluon dichtheid, dan zal elke doorsnede afhankelijk van gluon-gluon fusie bij de *Large Hadron Collider* met ongeveer 40% lager uitvallen.