

Faiq Nizami oğlu Əhmədovun “ATLAS Ekperimentində Hiqq s və W-bozonların assosiativ yaranma reaksiyasının analizi” mövzusunda 2290.01 - Yüksək enerjilər fizikası ixtisasında fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi almaq üçün yazdığı dissertasiya işinə rəsmi opponentin

## RƏYİ

Ümumiyyətlə, elementar zərrəciklər fizikasının sadə versiyası olan Standart model tərəfindən öncədən söylənilən və çoxdan gözlənilən Hiqq s bozonu roluna namizəd olan yeni skalyar zərrəciyin 2012-ci ildəki kəşfindən sonra, Böyük Adron Kollayderində (ATLAS və CMS detektorlarında) baş verən proton-proton toqquşmalarında və bu model çərçivəsində həm Hiqq s bozonunun doğulması, həm də onun parçalanmasının ehtimallarının hesablanması mümkünüyü, adı çəkilən detektorlarda gözlənilən hadisələrin nisbi sayı haqqında qabaqcadan məlumat almağa imkan verir. Nəzəri öncə-söyləmələr eksperimental nəticələrlə yaxşı uyğunlaşsalar da, xətalər kifayət qədər böyük və müşahidə oluna bilən kəmiyyətlər isə məhdud saydadır. Buna baxmayaraq, yarana biləcək hər min Hiqq s bozonun yalnız ikisinin foton cütünə, hər on minindən birinin isə lepton cütünə parçalanmasının çox nadir hadisələr olması faktı belə, Hiqq s bozonunun (və yaxud ona namizəd olan yeni zərrəciyin) kəşfini artıq şübhə altına almır.

Bütün bunlarla yanaşı, nəzəriyyədən irəli gələn hadisələrin yarısından çoxunda Hiqq s bozonunun *b*-anti-*b* kvark cütünə parçalanmasının ehtimal olunması və proton-proton (proton-antiproton) toqquşmalarında *b*-anti-*b* kvark cütünün (Hiqq s zərrəciklərinin iştirakını nəzərə almadan belə) yaranmasının ehtimalının böyük olması ilə yanaşı, “eksperimental fondan” bunlar haqqındakı siqnalların ayırd edilməsi imkanının mövcudluğu (Tevatronda baş tutmasına da

rəğmən), Böyük Adron Kollayderində də gözlənilən olmasının özü də Standart modelin irəli sürdüyü tələbdir.

Yuxarıdakılar əsasında, Faiq Nizami oğlu Əhmədovun dissertasiya işinin müdafiəyə təqdim edilməsi əsl vaxtına təsadüf edir. Burada ATLAS-ın ilkin verilənlərinin, xüsusi olaraq hazırlanmış proqramlar vasitəsilə işlənərək, nəzəri “emala” hazırlıq işləri aparılmışdır. Hiqqs bozonunun yaranma kanalları arasında ən çox ehtimal olunan qlüonların qarşılıqlı təsirinə əsaslanan, Hiqqs bozonun  $b$ -anti- $b$  kvark cütünə parçalanması prosesinin kvant xromodinamikasında çox böyük fona malik olması, Hiqqs bozonun vektor bozonla ( $W$  və ya  $Z$ ) assosiativ yaranma prosesinin effektiv kəsiyinin dominant kanal olan qlüonların qarşılıqlı təsiri ilə yaranma prosesinin effektiv kəsiyindən bir tərtib kiçik olmasına baxmayaraq belə, böyük əhəmiyyət kəsb etdiyi səbəbindən, dissertasiyada fenomenologiya nöqtəyi-nəzərindən bir sıra məsələlər öz həllini tapmışdır.

Baxılan proseslərin aralıq və son hallarında olan zərrəciklərin spinini nəzərə alan generatorlardan istifadə edərək siqnal və fon proseslərinin Monte-Karlo hadisələri generasiya edilmişdir. Təhlil məqsədilə müəyyən format və dəyişənlərə malik fayllar yaradılmış, bunun üçün C++ proqramlaşdırma dilində və ROOT proqramına əsaslanaraq xüsusi proqramlar hazırlanmış, yaradılmış fayllardan istifadə etməklə bucaq dəyişənləri, siqnal və fon prosesləri üçün paylanmalar müəyyən edilmiş, Monte-Carlo və ATLAS-dan alınan verilənlər təhlil edilmişdir. Statistik və sistematik qeyri-müəyyənliklər nəzərə alınmaqla verilənlərin statistik analizi də aparılmışdır.

Birinci fəsil Standart model haqqında informasiya ilə başlayaraq, elementar zərrəciklərin Hiqqs mexanizmi vasitəsilə kütlə generasiyası məsələlərinə həsr olunmuş, mexanizmi bürüzə verən Hiqqs zərrəciklərinin doğulma və parçalanma kanalları təqdim edilmişdir. Burada həmçinin Hiqqs bozonunun  $W$ -bozonla birgə yaranma prosesinin seçilməsi əsaslandırılmışdır.

Dissertasiyada işinin 2-ci fəslində ATLAS detektoru və onun alt sistemləri haqqında məlumatlarla yanaşı Böyük Adron Kollayderinin özü və onun digər eksperimentləri haqqında qısa məlumatlar da öz əksini tapmışdır. Bu fəsildə

həmçinin çox mühüm bir məsələ və onun həlli haqqında məlumat verilmişdir. ATLAS detektorunun ön maye arqon kalorimetrinin elektronikasında yaranacaq radiasiyanın, kalorimetrdə qeyd edilən siqnallara təsiri tədqiq edilmiş və tapılmışdır ki, Böyük Adron Kollayderinin yüksək işıqlılıq rejimində işlədiyi halda radiasiyanın təsiriylə kvarkların enerjilərinin ölçülmə dəqiqliyi və kalorimetrin reaksiya vermə xəttliliyi 0.5% pisləşir. Bu da böyük praktik əhəmiyyət kəsb edir, yəni, kalorimetrin dəyişdirilməsinə və bunun üçün də çox çətinliklə qurulan, hazırlanması çox böyük maliyyə xərci tələb edən və riskli proses olan kalorimetri əhatə edən kriostatın açılması problemi aradan qaldırılmış olur.

III fəsildə ATLAS eksperimentinin nəticələrinin “emalı” üçün istifadə olunan hesablama modelinin strukturu verilərək detektorda qeyd olunan zərrəciklərin identifikasiyası və baş vermiş hadisələr şərh olunmuşdur. Nəzəri verilənlərin yaradılması, detektor təsirlərini nəzərə alaraq simulyasiya olunması və treklərin bərpası proseslərinin hər biri ətraflı təsvir edilmişdir. Bu fəsildə siqnal prosesində son halda olan zərrəciklərin detektorda qeydə alınma prosesi, nəzəri və təcrübi verilənlərdə onların seçilməsi və digər zərrəciklərdən ayırd edilməsi də verilmişdir.

Nəhayət dördüncü fəsil fon hadisələrindən siqnal hadisələrinin ayırd edilməsi və axtarılan obyektlərə (zərrəciklərə) namizəd olanların kinematik şərtlərin ödənilməsi çərçivəsində eksperimentin nəticələrinin neyron şəbəkələri və “cut-flow” metodu vasitəsilə “emalı” verilmişdir. Bu fəsildə həmçinin alınmış nəticələrin statistik şərhə də öz əksini tapmışdır.

Təhlilin daha qısa və yığcam verildiyi Xülasədə tədqiqatlarda əldə olunan nəticələr təqdim edilmişdir.

Dissertasiyada çatışmayan cəhət kimi, müəllifin eksperimental nəticələri araşdırmaqla əlaqədar olaraq, elmi ədəbiyyatda rast gəlinməyən *b*-anti-*b* tərkibli rabitəli halların mövcudluğunun nəzəri əsaslandırılmasına həddindən az yer ayırmasını göstərmək olar. Amma dissertasiyanın xarakterinə rəğmən bu nöqsan dissertasiyanın dəyərinə xələl gətirmir.

Digər nöqsan kimi, bəzi sintaksis və texniki qüsurlara yol verilməsini də qeyd etmək yerinə düşərdi.

Şübhəsiz ki, Dünya fizika elminin avanqard eksperimentinin (ATLAS) nəticələrinin, və bu nəticələrin araşdırılması üçün hazırlanmış kompyuter-proqram təminatının mübahisə yaratmasının qeyri-mümkünlüyü və iddiaçının eksperimental nəticələri, adını çəkdiyimiz proqramlar vasitəsilə düzgün və qüsursuz yerinə yetirməsi, dissertasiyanın nəticələrinin, onların digər elmi-qrupların nəticələri ilə də yaxşı uzlaşması, və orjinal olmaları, digər tərəfdən, dissertasiyanın həcmi, tərtibat qaydaları və son dərəcə müasir ədəbiyyatdan istifadə olunması və nəticələrin nüfuzlu və yüksək impakt-faktorlu jurnallarda çap etdirilməsi kontekstində Azərbaycan Respublikası Prezidenti yanında Ali Attestasiya Komissiyasının fəlsəfə doktoru dissertasiyalarına qarşı qoyduğu tələblərin tam yerinə yetirilməsinin reallaşdırılması ilə birlikdə dissertasiyada nümayiş olunan yüksək elmi səviyyə, Əhmədov Faiq Nizami oğluna yüksək enerjilər fizikası ixtisasında fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi verilməsini tam qanunauyğun edir.

Bakı Dövlət Universitetinin  
Fizika Problemləri İnstitutunun  
Nəzəri fizika şöbəsinin baş elmi işçisi,  
Nəzəri fizika kafedrasının professoru

fizika-riyaziyyat elmləri doktoru R.Q. Cəfərov

Təsdiq edirəm  
Elmi katib  
Prof. C. Salmanov V.M.  
« 20 » 05 2016 II

