

Aliasqarova Gulnaz

Annotaciyası

Bul teziste elementar bóleksheler fizikasınıń standart modeliniń teoriyalıq tiykarları, quramlıq bólimleri, fundamentallıq óz-ara tásirlesiwler hám zamanagóy fizika rawajındaǵı ornı kórip shıǵıladı. Sonday-aq Standart modeldiń jetiskenlikleri, sheklewleri hám keleshektegi ilmiy izleniwler baǵıtları keltirilgen.

Gilt sózler

elementar bólekshe, Standart model, kvark, lepton, bozon, Xiggs bozonı, elektro magnit óz-ara tásirlesiw, kúshli óz-ara tásirlesiw, kúshsiz óz-ara tásirlesiw.

Abstract

This thesis examines the Standard Model of particle physics, its theoretical foundations, the classification of fundamental particles, and the interactions between them. It also discusses the significance of the Higgs boson discovery for the development of the Standard Model.

Keywords

Standard Model, elementary particles, quarks, leptons, bosons, Higgs boson, fundamental interactions.

Kirisiw

Elementar bólekshelerdiń standart modeli házirgi waqıtları tábiyattaǵı belgili bolǵan barlıq elementar bólekshelerdi hám tábiyattıń gravitaciyadan basqa barlıq fundamentallıq kúshlerin, atap aytqanda elektromagnit tásirlesiwdi, kúshli yadrolıq tásirlesiwdi hám ázzi yadrolıq tásirlesiwdi táriyiplew ushın eń jaqsı tiykar bolıp tabıladı. Materiya spini $\frac{1}{2}$ ge teń bolǵan fermionlar menen táriyiplenedi. Olar eki klassqa bólinedi: leptonlar hám kvarklar.

Tiykargı bólim

Kúshler kalibrovkalıq teoriyalardıń járdeminde táriyiplenedi hám spini 1 ge teń bóleksheler bolǵan kalibrovkalıq bozonlar tárepinen jetkerilip beriledi. Elementar bóleksheler fizikasınıń standart modeli spini 0 ne teń bolǵan bóleksheni de óziniń ishine aladı. Ol Xiggs bozonı bolıp tabıladı hám basqa fundamentallıq bólekshelerge (zaryadlangan leptonlarǵa, kvarklarǵa, ázzi kalibrovkalıq bozonlarǵa) massa beredi. Bóleksheler ózleriniń kvant sanları menen táriyiplenedi. Bul kvant sanları belgili bolǵan simmetriyalardaǵı teoriyanıń invariantlıǵı menen baylanıslı. 3-súwrette elementar bóleksheler fizikasınıń Standart modelindegi fundamentallıq bóleksheler hám olardıń tiykargı qásiyetleri berilgen (Standart modelden Supersimmetriyanı óziniń ishine alatuǵın, sonıń menen birge Ullı birigiw modelin de alatuǵın MSM modeli menen minimallıq keńeytilgen modeldiń ayırmasın ańǵarıw kerek) [17]. Kóp bolmaǵan boljawlardan kelip shıqqan halda biz ulıwmalıraq lagranjiandı jaza alamız hám bunday jaǵdayda modeldiń 19 erkin parametrlerden (fermionlardıń 9 massasınan, kvarklardıń aralasıwınıń 3 múyeshinen,

kvarklar ushın CP simmetriyanı buzatuǵın 1 fazadan, 3 kalibrovkalıq baylanıstan, Xiggstıń 1 vakuumlıq kútiwinen, ázzi tásirlesiwdiń 1 aralasıw múyeshinen hám kúshli tásirlesiwdiń CP simmetriyasın buzatuǵın 1 parametrden) gárezli bolatuǵınlıǵın kóremiz. Olardıń san mánisleriniń eksperimentlerde anıqlanıwı kerek.

Bóleksheler arasındagı óz-ara tásirlesiw kalibrovkalıq bozonlar dep atalatuǵın bozonlar almasıw jolı menen júzege keledi. Elektromagnit tásirlesiwde bólekshelerdiń arasında fotonlar almasıw júredi. Sáykes teoriyanı kvantlıq elektrodinamika (yamasa, qısqasha KED) dep ataydı. Kúshli tásirlesiwde segiz túrli glyuonlar almasıw processı orın aladı. Olar kvarklardıń reń dep atalatuǵın kúshli zaryadı menen tásirlesedi. Sonlıqtan bul teoriya kvantlıq xromodinamika degen atamaǵa iye boldı. Ázzi tásirlesiwde awır aralıqlıq bozonlar almasıw júzege keledi. Olardıń ekewi elektrlik zaryadına iye ($W^\pm$) hám birewi elektr zaryadına iye emes (Z^0).

Model kóp sanlı baqlawlardıń nátiyjelerin júdá úlken tabıs penen túsindiredi hám onıń boljawları kollayderde ótkerilgen eksperimentlerde alınǵan maǵlıwmatlar menen jaqsı sáykes keledi. Bazı bir jaǵdaylarda teoriyalıq esaplawlarǵa júdá jaqsı sáykes keletuǵın júdá dál ólshewlerdi júrgiziwdiń sáti túsedi. Mısalı, elektronnıń anomallıq magnitlik dipollik momenti 10^{-8} dállikte tekserilip kóridi. Biraq, sonda da, jańa fizikanı talap etetuǵın teoriyalıq mashqalalar da, baqlaw maǵlıwmatları da bar. Teoriyalıq kóz-qaraslardan Xiggs bólekshesiniń massasın kóp sanlı kvantlıq dúzetiwlerge qarata ortıqlı etiw máselesi jańa fizikanıń elektrázzi energiyalardıń shkalasınan alısta emes ekenligin kórsetedi. Bul mäseleniń múmkin bolǵan sheshimi sıpatında supersimmetriyalıq MSM sheshimi bolıp tabılıwı múmkin. Bul sheshimde Standart modeldiń hár bir bólekshesi óziniń supersimmetriyalıq serigine iye bolıwı kerek. Elementar bóleksheler fizikasınıń Standart modeli boyınsha neytrinonıń massasınıń bolmawı kerek. Házirgi kúnleri neytrinolarıń massalarınıń bar ekenligin hám neytrinolarǵa massa beriwdiń bir neshe usıllarınıń bar ekenligin bilemiz. Kosmologiya da jańa fizikanıń dóretiliwin talap etedi. Sebebi elementar bóleksheler fizikasınıń Standart model qarańǵı materiyanıń bólekshesi sıpatında talabangá iye emes, ol bizdi qorshaǵan materiya menen antimateriyanıń arasındagı bar bolǵan asimmetriyanıń sebebin túsindire almaydı, bul modeldiń sheklerinde kosmoslıq inflyaciyanıń eń baslanǵısh dáwirin táriyiplewdiń múmkinshiligi joq.

Fermionlar. Fermionlar spinini $\frac{1}{2}$ ge teń bóleksheler bolıp tabıladı. Sonlıqtan, olar Fermi-Dirak statistikasına baǵınadı. Olar eki gruppaga biriktirilgen: leptonlar hám kvarklar. Leptonlar kúshli yadrolıq tásirlesiwge qatnaspaydı. Kvarklar tábiyattıń barlıq fundamentallıq tásirlesiwlerine qatnasadı. Leptonlar ham kvarklar materiyanıń tiykargı qurılıs blokları bolıp tabıladı. Kúshli yadrolıq kúshlerdiń qásiyetleriniń ózgesheliklerine baylanıslı biziń átirapımızda erkin kvarklar joq. Erkin kvarklar ertedegi Álemdegi temperatura kvantlıq xromodinamikanıń fazalıq ótiwiniń temperaturası bolǵan $T_{KXD} \sim 200$ MeV shamasınan joqarı bolǵan temperaturada orın alǵan eń birinshi plazmanıń quramında bolǵan bolıwı itimal. Búgingi kúnde biz baylanısqa haldı baqlaymız: úsh kvarktan turatuǵın barionlardı hám kvark penen antikvarktıń baylanısqa halınan turatuǵın mezonlardı. Barionlar menen mezonlar adronlar dep ataladı. Bul termin leptonlardan ózgesheligi kúshli tásirlesiwge qatnasatuǵın bólekshelerdi belgilew ushın oylap tabılǵan.

Protonlar menen neytronlar eń jeńil kvarklardan turatuǵın barionlar, al elektronlar bolsa zaryadı nolge teń bolmaǵan eń jeńil lepton bolıp tabıladı.

Leptonlardıń úsh áwladı menen kvarklardıń úsh áwladı bir. Olardı birinshi, ekinshi hám úshinshi áwladlar dep ataydı. Hár bir áwladta qásiyetleri júdá uqsas, biraq elektr zaryadları hár qıylı bolǵan eki bólekshe boladı. Birinshi áwladtıń aǵzaları jeńil bóleksheler, ekinshi áwladtıń bóleksheleri salmaqlıraq, al úshinshi áwladtıń bóleksheleri eń salmaqlı bóleksheler bolıp tabıladı. Biraq usınday jaǵdaydıń neytrinolar ushın orınlanatuǵınlıǵın yamasa orınlanbaytuǵınlıǵın bilmeymiz. Biz áwladlardıń sanınıń nelikten tek úshew ekenligin, al tórt yamasa onnan da kóp emes ekenligin bilmeymiz. Biraq, salıstırmalı jeńil bolǵan jańa neytrino bar salmaqlı áwladlardıń sanınıń úshten artıq bolmaytuǵınlıǵın boljaytuǵın argumentler bar. Bul jaǵdaydı eń birinshi payda bolǵan jeńil elementlerdiń muǵdarın úyreniwden kelip shıǵadı. Ekinshi argument kollayderlerde ótkerilgen eksperimentlerdegi Z-bozonnıń ıdırawın úyreniwge tiykarlangan. Z-bozon fermionǵa hám sáykes antibólekshege ıdıraydı. Eger ıdırawdıń ónimi lepton-antilepton yamasa kvark-antikvark zaryadlangan jubı bolsa, onda olar detektorda kóringen bolar edi. Eger ıdırawdıń nátiyjesinde neytrino-antineytrino payda bolatuǵın bolsa, onda olar detektorda kórinbeydi. Biraq, "kórinbeytuǵın" (yaǵnıy detektor kórmeytuǵın bólekshelerge) bólekshelerge ıdırawdıń tezligin ólshewge boladı. Kórinbeytuǵın bólekshelerge ıdırawdıń ólshengen tezligi jeńil úsh neytrino (al tórt, bes yamasa onnan artıq bolmaǵan) ushın ótkerilgen teoriyalıq boljawlarǵa sáykes keledi. Eger tórtinshi áwlad bar bolǵanda, onda sáykes neytrinonıń jetkilikli dárejede salmaqlı bolıwı kerek (ıdırawdıń kinematikalıq jaqtan qadaǵan etilgen bolıwı ushın $2m_\nu > M_Z$ teńsizliginiń orınlanıwı kerek).

Kvarklar. Kvarklar bir biri menen elektromagnit, kúshli hám ázzi yadrolıq kúshler arqalı tásirlesedi. Leptonlar sıyaqlı olarda úsh áwladqa kiredi, birinshi áwlad eń jeńil kvarklardan, al úshinshisi eń awır kvarklardan turadı. Hár bir áwladta U - tipindegi elektr zaryadı $+2/3$ ke teń bolǵan (joqarı kvark u , súykimli c -kvark hám haqıyqıy t -kvark) hám elektr zaryadı $-1/3$ ke teń bolǵan D -tipindegi kvarklar (tómengi d -kvark, ersi s -kvark hám gózzal b -kvark) bar. Hár bir kvarkta antikvark dep atalatuǵın óziniń antibólekshesi bar (joqarǵı joqarı antikvark $\bar{u}$, súykimli $\bar{c}$ - antikvark hám haqıyqıy $\bar{t}$ -antikvark h.t.b.). Kvarklardıń arasındagı kúshli tásirlesiw reńli zaryadlar dep atalatuǵın zaryadlar tárepinen payda etiledi: hár bir kvark reńleri úsh túrli bolǵan reńli zaryadlarǵa iye, olardı shártli túrde qızıl, kók hám jasıl dep ataydı. Ulıwma jaǵdayda erkinlik dárejeleriniń ulıwmalıq sanı $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 3 = 72$ shamasına teń. 18 leptonlıq erkinlik dárejelerin qosıp, fermionlıq erkinlik dárejeleniniń sanınıń 90 ǵa teń ekenligin kóremiz. Leptonlar sıyaqlı, salmaǵı awır bolǵan kvarklar jeńilirek bolǵan kvarklarǵa ıdıray aladı.

Bozonlar. Bozonlar pútin spinge iye boladı hám, sonlıqtan, olar Boze-Eynshteyn statistikasına baǵınadı. Elementar bóleksheler fizikasındagı MSM de elementar bozonlar kalibrovkalıq bozonlar bolıp tabıladı. Olar tásirlesiwlerdi alıp júredi. Spini 0 ge teń Xiggs skalyarı ayrıqsha orındı iyeleydi. Ol kvarklarǵa, zaryadlangan leptonlarǵa hám ázzi kalibrovkalıq bozonlarǵa massa beredi.

Juwmaq

25-Iyun, 2026-yil

Standard model elementar bóleksheler fizikasi bólimindegi eń quramalı ham eksperimental tastıyıqlanğan teoriyalardan biri bolıp tabıladı. Ol zattın dúzilisi ham fundamental óz-ara tásirlerdi shuqırraq túsiniwge kómeklesedi. Biraq, gravitaciya, qara dene hamde energiya sıyaqlı máseleler sheshilmegenligi sebepli, jańa fizikalıq teoriyalardı islep shıǵıw tiykarǵı ilmiy baǵıt bolıp esaplanadı.

PAYDALANILǵAN ADEBIYATLAR DIZIMI:

1. P A Zyla, R M Barnett, J Beringer, O Dahl, D A Dwyer, D E Groom, C -J Lin, K S Lugovsky, E Pianori ... Review of Particle Physics. Progress of Theoretical and Experimental Physics, Volume 2020, Issue 8, August 2020, 083C01, <https://doi.org/10.1093/ptep/ptaa104>.
2. Gaillard, Mary K.; Grannis, Paul D.; Sciulli, Frank J. (January 1999). "The Standard Model of Particle Physics". Reviews of Modern Physics. 71 (2): S96–S111. arXiv:hep-ph/9812285. Bibcode:1999RvMPS..71...96G.
3. Woithe, Julia; Wiener, Gerfried; Van der Veken, Frederik (2017). "Let's have a coffee with the Standard Model of particle physics!". Phys. Educ. 52 (3): 034001. Bibcode:2017PhyEd..52c4001W. doi:10.1088/1361-6552/aa5b25.
4. https://en.wikipedia.org/wiki/Standard_Model.
5. Роман Парпалак. История развития теоретической физики высоких энергий. https://parpalak.com/articles/science/history_of_high_energy_physics.
6. Ofer Lahav, Andrew R Liddle. The Cosmological Parameters. arXiv:2201.08666 [astro-ph.CO].
7. Maxim Yu. Khlopov. Beyond the Standard Models in Particle Physics and Cosmology. arXiv:1811.09222v1 [astro-ph.CO].