

*Əlyazması hüququnda*

**NƏRMIN CƏFƏR qızı HÜSEYNOVA**

**MEZON VƏ BARİONLARIN QARŞILIQLI TƏSİRİNİN ADS/KXD  
MODELLƏRİNDƏ ÖYRƏNİLMƏSİ**

**2212.01-Nəzəri fizika**

**Fizika üzrə fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi  
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın**

**A V T O R E F E R A T I**

**Bakı-2017**

**Dissertasiya işi Bakı Dövlət Universitetinin “Nəzəri fizika” kafed-  
rasında yerinə yetirilmişdir.**

**Elmi rəhbər:** **Şahin Əlisəttar oğlu Məmmədov**  
fizika-riyaziyyat elmləri namizədi, dosent

**Rəsmi Opponentlər:** **Sacidə Qafar qızı Əbdülvahabova**  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru,  
“Maddə quruluşu” kafedrasının professoru

**Şakir Məmməd oğlu Nağıyev**  
fizika-riyaziyyat elmləri doktoru, professor  
AMEA-nın Fizika İnstitutunun Nüvə  
Tədqiqatları Laboratoriyasının rəhbəri

**Aparıcı təşkilat:** Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye  
Universitetinin Fizika kafedrası

**Müdafiə “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017-ci ildə saat \_\_\_\_\_-da Bakı Dövlət  
Universitetinin nəzdində fəaliyyət göstərən D.02.012 Dissertasiya  
Şurasının iclasında keçiriləcəkdir.**

**Ünvan:** AZ 1148, Bakı şəh., Z.Xəlilov küç., 23, Bakı Dövlət Universiteti,  
əsas bina, 437 saylı auditoriya.

Dissertasiya işi ilə Bakı Dövlət Universitetinin Elmi Kitabxanasında tanış  
olmaq olar.

Avtoreferat “\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2017-ci ildə göndərilmişdir.

**D.02.012 Dissertasiya**

**Şurasının elmi katibi:**

**f.r.e.n., dos. M.R. RƏCƏBOV**

## İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

**Mövzunun aktuallığı.** Elementar zərrəciklərin qarşılıqlı təsir sabitləri və form-faktorlarının tədqiqi bugünkü nəzəri fizikanın qarşısında duran mühüm məsələlərdəndir. Yeni yaranmış Anti-de-Sitter (AdS)/ Kvant Xromodinamikası (KXD) modelləri AdS/KSN (Konform Sahə Nəzəriyyəsi) uyğunluğu prinsipinə əsaslanır və bu kəmiyyətlərin hesablanması çox effektiv modellər hesab olunurlar. AdS/KSN prinsipi kalibrəşmə nəzəriyyəsi tərəfdən maksimal supersimmetrik Yang-Mills nəzəriyyəsi ilə qravitasiya nəzəriyyəsi tərəfdən isə xüsusi on ölçülü  $AdS_5 \times S^5$  fəzasında simlər nəzəriyyəsinə əlaqələndirir.

$d$ -ölçülü fəzada kalibrəşmə nəzəriyyəsi ilə  $(d + 1)$ -ölçülü fəzada qravitasiya nəzəriyyəsi arasında əlaqə yaradan holoqrafik duallıq prinsipi, güclü qarşılıqlı təsirin kalibrəşmə nəzəriyyəsi olan kvant xromodinamikası məsələlərinin həllində xüsusi əhəmiyyət kəsb edir. Belə ki, KXD-də güclü qarşılıqlı təsir sabiti ötürülən impulsun kiçik qiymətlərində böyük qiymət alır. Bu da öz növbəsində, həyəcanlaşma nəzəriyyəsinə əsaslanan səpilmə matrisi nəzəriyyəsinin güclü qarşılıqlı təsirin fenomenoloji məsələlərinin həllinə tətbiqini mümkünsüz edir. Hadron fizikasının fenomenoloji məsələlərinə hadronların yaşama müddətlərinin, müxtəlif parçalanma və qarşılıqlı təsir sabitlərinin, həmçinin form-faktorlarının öyrənilməsi məsələləri daxildir. Həyəcanlaşma nəzəriyyəsi bu məsələlərin həllində tətbiq edilə bilmədiyindən bu sabit və form-faktorlar qeyri-həyəcanlaşma metodlarının köməyi ilə nəzəri olaraq hesablanır. Qeyri-həyəcanlaşma metodları isə öz növbəsində müəyyən təqribiliklərə yol verir ki, bu da kəmiyyətin ölçülən qiyməti ilə hesablanan qiyməti arasındakı fərqə gətirib çıxarır.

Kvant sahə nəzəriyyəsinə fərqli olaraq AdS/KXD modelləri belə çətinliklərlə qarşılaşmır və güclü qarşılıqlı təsir məsələlərinin həllində ötürülən enerji-impuls oblastına məhdudiyət qoyulmadan istifadə edilir. Bu səbəbdən də AdS/KXD modelləri güclü qarşılıqlı təsirdə olan kvark-qlüon plazmanın öyrənilməsi məsələlərində, həmçinin hadronların güclü qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form-faktorlarının hesablanması müvəffəqiyyətlə tətbiq edilir.

AdS/KXD-nin əsas məqsədi, AdS/KSN uyğunluğuna əsaslanaraq, AdS fəzasında əlavə istiqamət daxil etməklə, 4-ölçülü fəzada mövcud olan kiral simmetriyanın pozulması və konfaynment kimi mühüm qeyri-həyəcanlaşma xassələrini özündə saxlayan modellər qurmaqdan ibarətdir. Bu

modellər həmin qeyri-həyəcanlaşma xassələrinin sadə yolla izah edilməsini təmin edir.

Həmçinin, bu modellər çərçivəsində alınan nəticələrə əsasən, AdS/KXD modellərinin fenomenoloji məsələlərin həllində effektivliyi haqqında fikirlər söyləmək mümkündür.

**Dissertasiya işinin əsas məqsədi** mezon və barion qruplarından olan bəzi elementar zərrəciklərin güclü qarşılıqlı təsirini AdS/KXD modelləri çərçivəsində tədqiq etmək və bu modellər əsasında alınan nəticələrin, digər nəzəri modellərin və təcrübənin verdiyi nəticələrlə uzlaşmasını yoxlamaqdan ibarətdir. Bu məqsədə nail olmaq üçün aşağıdakı məsələləri həll etmək lazımdır:

1. AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində,  $\rho$ -mezon-nuklon,  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion,  $\rho$ -mezon-nuklon- $\Delta$ -barion güclü qarşılıqlı təsir sabitlərini tədqiq etmək. AdS/KXD modelləri üçün parametrlərin fiksə olunmuş qiymətlərinin bu sabitlərə təsirini araşdırmaq və alınan nəticələri digər nəzəri modellərdən və təcrübədən alınan qiymətlərlə müqayisə etmək.

2. AdS/KXD-nin sərt divar modeli əsasında,  $a_1$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsirini xarakterizə edən laqranjianları müəyyən etmək, nuklonların aksial vektor izovektor form-faktorunun ötürülən impulsun kvadratından asılılıq qrafikini qurmaq və alınan nəticənin təcrübədə və KXD cəm qaydası metodunun əsasında alınan asılılıqlarla uyğunluğunu müəyyən etmək. Həmçinin ötürülən impuls  $Q^2$ -nin bəzi qiymətlərində tədqiq edilən form-faktorun ədədi qiymətini hesablamaq və bu nöqtələrin təcrübə və digər nəzəri nəticələrlə müqayisəsini aparmaq.

3. AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində,  $a_1$ -mezon-nuklon və  $\pi$ -mezon-nuklon, sərt divar modeli əsasında isə  $a_1$ -mezon-nuklon və  $a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitlərini tədqiq etmək. Alınan nəticələri digər nəzəri modellər çərçivəsində alınan nəticələr və təcrübə qiymətlərlə müqayisə etmək. AdS/KXD modelləri üçün parametrlərin fiksə olunmuş qiymətlərinin bu sabitlərə təsirini araşdırmaq.

**İşin elmi və praktik əhəmiyyəti.** Dissertasiya işində  $\rho$ -mezon-nuklon,  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion,  $a_1$ -mezon-nuklon və  $a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitləri və nuklonların aksial vektor izovektor form-faktoru üçün aldığımız ədədi qiymətlər, bu təpələri özündə saxlayan qarşılıqlı təsir proseslərinin effektiv kəşiklərinin hesablanmasında istifadə oluna bilər.

İşdə alınan nəticələr, müxtəlif təcrübə mərkəzlərində, o cümlədən Avropa Nüvə Tədqiqatları Mərkəzində (CERN), Böyük Hadron Kollayderində qarşılıqlı təsir sabitlərinin ölçülən təcrübə qiymətlərinin həmin kəmiyyətlərin hesablanan nəzəri qiymətləri ilə müqayisə edilməsində istifadə olu-

na bilər.

Parametrlərin müəyyən qiymətlərində, qarşılıqlı təsir sabitləri və form-faktor üçün alınmış ədədi qiymətlərin elmi ədəbiyyatdan məlum olan təcrübi qiymətlərə daha yaxın olması, onların doğruluğunu sübut edir.

**İşin elmi yeniliyi.** Dissertasiya işində ilk dəfə olaraq,

1. AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli əsasında,  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabiti üçün beşinci ölçü üzrə integral ifadə alınmış və modelin parametrlərinin müxtəlif toplularında bu sabitin ədədi qiyməti hesablanmışdır. Maqnit tip qarşılıqlı təsir laqranjianının  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabitinə verdiyi əlavə minimal qarşılıqlı təsir laqranjianının verdiyi əlavəyə nəzərən təxminən üç dəfəyə yaxın artıq olur. Bu fakt onu göstərir ki,  $\rho$ -mezonun nuklonlarla qarşılıqlı təsiri zamanı, vektor sahənin nuklonların maqnit momenti ilə olan qarşılıqlı təsiri, minimal qarşılıqlı təsire nəzərən dominantlıq təşkil edir.
2. Yumşaq divar modeli çərçivəsində, nuklonların  $\rho$ -mezonla tenzor qarşılıqlı təsir sabitinə ( $f_\rho$ ) ədədi qiyməti hesablanmışdır. Tapılmışdır ki,  $f_\rho$ -nuklonların əsas halında sərt divar modeli çərçivəsində alınan nəticələrə yaxın qiymət alır, nuklonların həyəcanlanmış hallarında isə səviyyələr artdıqca sərt divar və yumşaq divar modelləri çərçivəsində alınan nəticələr arasındakı fərq artır. Bu isə yumşaq divar modelində dilaton həddinin beşinci koordinatdan eksponensial asılı olması ilə əlaqədardır.
3. Holoqrafik dual nəzəriyyənin sərt divar modeli çərçivəsində, AdS fəzasının daxilindəki aksial vektor, psevdoskalyar və fermion sahələri arasında qarşılıqlı təsiri xarakterizə edən yeni laqranjian həddi daxil edilmişdir. Bu və digər qarşılıqlı təsir laqranjian hədlərindən istifadə edərək, nuklonların aksial vektor izovektor form-faktorunun ötürülən impulsun kvadratından asılılıq qrafiki qurulmuş və müəyyən edilmişdir ki, alınan asılılıq nuklonların form-faktorları üçün xarakterikdir.
4. Parametrlərin eyni qiymətlərində, yumşaq divar modeli çərçivəsində, aksial vektor mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabiti üçün alınan qiymətlərin sərt divar modeli və digər modellər çərçivəsində alınan qiymətlərə nəzərən təcrübi qiymətlərə daha yaxın olduğu göstərilmişdir. Bu da, yumşaq divar modelinin bu qarşılıqlı təsir sabiti üçün daha dəqiq ödənilməsi ilə izah olunur.

5.  $a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinə ədədi qiyməti nəzəri olaraq ilk dəfə sərt divar modeli çərçivəsində hesablanmış və həyəcanlanma səviyyələri artdıqca bu sabitin ədədi qiyməti azalmışdır.

**Müdafiəyə çıxarılan əsas elmi müddəalar:**

1. AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabitinə ədədi qiyməti parametrlərin əksər qiymətlərində təcrübi qiymətə yaxındır və həyəcanlanma səviyyələri artdıqca qanunauyğun şəkildə bu sabitin də ədədi qiyməti artır.
2. Yumşaq divar modeli çərçivəsində tenzor qarşılıqlı təsir sabiti  $f_\rho$ -nün ədədi qiyməti həyəcanlanma səviyyələri artdıqca artır.
3. Yumşaq divar modeli əsasında spini 3/2 olan barionlar üçün  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinə ədədi qiyməti həyəcanlanma səviyyələri artdıqca kəskin artır.
4. AdS/KXD-nin sərt divar modeli əsasında hesablanan nuklonların aksial-vektor form-faktorunun ötürülən impulsun kvadratından asılılığı  $1/Q^n$  şəklindədir. Həmçinin, sərt divar modeli çərçivəsində nuklonların aksial vektor form-faktoru üçün hesablanmış ədədi qiymətlər təcrübi qiymətlərə və həmçinin digər nəzəri modellər çərçivəsində alınan nəticələrə yaxındır.
5. Həm yumşaq və həm də sərt divar modelləri çərçivəsində,  $a_1$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabitinə ədədi qiyməti həyəcanlanma halları artdıqca artır və bu sabit dilaton parametrinə nəzərən kiral kondensat parametrindən daha çox asılıdır.
6. Həyəcanlanma halları artdıqca  $a_1$ -aksial vektor mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinə ədədi qiyməti azalır.

**Tədqiqat işinin nəticələrinin aprobasiyası.** Dissertasiya işinin əsas nəticələri:

«Fizikanın müasir problemləri» VI Respublika konfransında (BDU Fizika Problemləri ETİ, Bakı, 2012), «Fizikanın müasir problemləri» VII Respublika konfransında (BDU Fizika Problemləri ETİ, Bakı, 2013), «TROYA`14» Adron fizikası üzrə IV Beynəlxalq Konfransda (Çanakkalə, Türkiyə, 2014), «Fizikanın müasir problemləri» VIII Respublika konfransında (BDU Fizika Problemləri ETİ, Bakı, 2014), Azərbaycan Xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan olmasının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq elmi konfransında (Qafqaz Universiteti, Bakı, 2015), Doktorant və Gənc tədqiqatçıların XIX Res-

publika Elmi Konfransında (İqtisad Universiteti, Bakı, 2015), «Nəzəri yüksək enerjilər fizikası üzrə seçilmiş məruzələr» Beynəlxalq Yay Məktəbi və İşçi Görüşdə (Tbilisi, Gürcüstan, 2015), «Fizikanın müasir problemləri» IX beynəlxalq konfransında (Bakı, 2015), Superstring nəzəriyyəsindən yaz məktəbində (ICTP, Triyest, İtaliya, 2016), Subnüvə fizikası üzrə beynəlxalq məktəbdə (Eriçe, Siciliya, İtaliya, 2016), Gənc alimlər üçün təcrübə proqramında (Dubna, Rusiya, 2016) və Bakı Dövlət Universitetinin Fizika fakültəsinin elmi seminarlarında (Bakı, 2014, 2017) məruzə edilmişdir.

**Nəşrlər.** Dissertasiya işinin mövzusunə aid 14 elmi iş: 7 məqalə və 7 konfrans materialı dərc edilmişdir. 2 məqalə Tomson Reyters agentliyinin impakt faktorlu (İnt. J. Theor. Phys.) jurnalında çap olunmuşdur.

**İşin quruluşu və həcmi.** Dissertasiya işi ixtisarlardan və şərti işarələrin siyahısı, giriş, dörd fəsil, nəticələr, dissertasiya mövzusu üzrə dərc olunmuş elmi əsərlərin və istifadə olunmuş 145 adda mənbənin ədəbiyyat siyahısından ibarətdir. 3 qrafik və 18 cədvəl də daxil olmaqla işin ümumi həcmi 137 kompyuter çap səhifəsini əhatə edir.

## DİSSERTASIYANIN QISA MƏZMUNU

**Girişdə** mövzunun aktuallığı əsaslandırılmış, işin məqsədi və bu məqsədə nail olmaq üçün həll ediləcək məsələlər şərh olunmuş, alınmış nəticələrin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti, həmçinin müdafiyyə çıxarılan əsas müddəalar, tədqiqat nəticələrinin aprobeşiyası, nəşrlər və eləcə də dissertasiya işinin məzmununu barədə qısa məlumat verilmişdir.

**Birinci fəsildə** holoqrafik KXD modellərində hadronların fizikasına baxılmışdır. AdS/KSN uyğunluğu və AdS fəzası və KSN-nin əsas təyinləri verilmişdir. AdS fəzasının metrikası verilmiş və bu metrikada AdS fəzasının koordinatları, əyrilik radiusu və müxtəlif sahələr üçün bu fəzada hərəkət tənlikləri və onların həlləri göstərilmişdir. Kalibrləşmə invariant operatorlara uyğun korrelyasiya funksiyaları daxil edilmiş, holoqrafik KXD və onun yuxarı-aşağı və aşağı-yuxarı yaxınlaşmaları verilmişdir. AdS/KXD-nin yumşaq və sərt divar modellərində  $\rho$ -mezon, skalyar sahə və nuklonlar daxil edilmiş, onlar üçün hərəkət tənliyi yazılmış və həll edilmişdir.

**İkinci fəsildə** AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli əsasında,  $g_{\rho NN}$  –  $\rho$ -mezon-nuklon,  $g_{\rho\Delta\Delta}$  –  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion və  $g_{\rho N\Delta}$  –  $\rho$ -mezon-nuklon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitləri tədqiq edilmişdir. Həmçinin yumşaq divar modeli çərçivəsində spini 3/2 olan  $\Delta$ -barionların profil funksiyalarının aşkar ifadələri tapılmışdır.

Holoqrafik KXD modelində KXD-də  $(u, d)$  rayihəli yüngül kvarkların 5-ölçülü dualığı tədqiq edilir. Bu nəzəriyyə üçün rayihə simmetriyası olaraq  $SU(2)_L \times SU(2)_R$  – qlobal kiral simmetriya qrupu seçilir. Bu simmetriyaya uyğun olan vektor və aksial-vektor cərəyanlar  $SU(2)_L \times SU(2)_R$  qlobal kiral simmetriyaya uyğun olaraq saxlanılır və  $j_L^{\mu\alpha} = \bar{q}_L \gamma^\mu \tau^\alpha q_L$  sol və  $j_R^{\mu\alpha} = \bar{q}_R \gamma^\mu \tau^\alpha q_R$  sağ cərəyanlar vasitəsilə ifadə olunur. Burada  $\tau^\alpha$  operatorları  $SU(2)$  rəng simmetriyasının generatorlarıdır. 4-ölçülü konform sahə nəzəriyyəsində kirallığı təsvir etmək üçün cərəyan operatorlarından əlavə  $\bar{q}_R^\alpha q_L^\beta$  kiral kondensat operatoru daxil edilir. Burada  $\alpha$  və  $\beta$  fundamental təsvirdə  $SU(2)$  simmetriyasının rəng indeksleridir.

4-ölçülü konform sahə nəzəriyyəsində hər bir operatora 5-ölçülü  $AdS_5$  fəzasında bir  $\phi(x^\mu, z)$  sahəsi uyğun gəlir.

KXD-nin  $SU(2)_L \times SU(2)_R$  qlobal kiral simmetriyası 5-ölçülü qravitasiya sahəsində lokal simmetriyanın yaranmasına səbəb olur. Buna görə də daxili fəzada  $L_M^a$  və  $R_M^a$  lokal kalibrləşmə sahələri daxil edilir. Bu sahələrin ultrabənövşəyi sərhəddəki yəni,  $z = 0$  nöqtəsindəki qiymətləri  $SU(2)_L \times SU(2)_R$  simmetriyasının uyğun olaraq  $j_L^{\mu\alpha}$  sol və  $j_R^{\mu\alpha}$  sağ cərəyanları üçün xarici mənbə rolunu oynayır. Kalibrləşmə sahələrindən vektor və aksial-vektor sahələr aşağıdakı şəkildə təyin edilir:

$$\begin{aligned} V_M^a &= \frac{L_M^a + R_M^a}{\sqrt{2}}, \\ A_M^a &= \frac{L_M^a - R_M^a}{\sqrt{2}}. \end{aligned} \quad (1)$$

$AdS_5$  fəzasının daxilində kiral simmetriyanın  $SU(2)_L \times SU(2)_R \rightarrow SU(2)_V$  spontan pozulmasını təmin etmək məqsədilə, sərhəddəki kalibrləşmə nəzəriyyəsindəki  $\bar{q}_R^\alpha q_L^\beta$  kiral kondensat operatoruna qarşı, daxiləki qravitasiya sahəsində skalyar  $X^{\alpha\beta}$  sahəsi daxil edilir.

Bu fəsildə AdS fəzasının sərhəddində  $\rho$ -mezonla nuklonların qarşılıqlı təsir sabitini hesablamaq məqsədilə, AdS fəzasının daxilində vektor sahə ilə fermion sahələri arasındakı qarşılıqlı təsiri xarakterizə edən 5-ölçülü təsirdən istifadə edilmişdir. AdS/KXD modellərində bu təsir ümumi halda aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$S_{q/t}(V(q, z)) = \int_{z_{UB}}^{z_{IQ}} d^4x dz e^{-\phi(z)} \sqrt{g} \mathcal{L}_{q/t}. \quad (2)$$

(2) ifadəsində aşağıdakı sərhəd şərtləri ödənilir:

$$\left\{ \begin{array}{l} z_{UB} = 0, z_{lQ} = z_M, \Phi(z) = 0 \text{ olduqda s\text{ert divar modeli} \\ z_{UB} = 0, z_{lQ} = \infty, \Phi(z) = -k^2 z^2 \text{ olduqda yum\text{saq divar modeli} \end{array} \right\} (3)$$

Burada  $z$ -fəzanın 5-ci ölçüsü,  $\Phi(z) = -k^2 z^2$  Dilaton sahəsi,  $g$  – AdS fəzasının metrikasının determinanı,  $\mathcal{L}_{q/t}$ -isə AdS fəzasının daxilindəki vektor sahə ilə fermion sahələri arasındakı qarşılıqlı təsir laqranjianıdır.

AdS/KSN uyğunluğuna əsasən 4-ölçülü KSN-dəki törədici funksional 5-ölçülü  $AdS_5$  fəzasında (2) təsiri vasitəsilə aşağıdakı şəkildə təyin olunur:

$$Z_{KXD}(V_\mu^0) = e^{iS_{q/t}(\tilde{V}_\mu(q,z))}. (4)$$

Burada  $\tilde{V}_\mu^0(q, z)$ -  $AdS_5$  fəzasında vektor sahə,  $\tilde{V}_\mu^0 = \tilde{V}_\mu(q, z=0) = V_\mu(q)$  5-ölçülü fəzadakı vektor sahənin ultrabənövşəyi sərhəddəki qiymətidir.

AdS fəzasının sərhəddində  $\rho$ -mezonla nuklonların qarşılıqlı təsir sabitini hesablamaq üçün həmçinin, AdS fəzasının sərhəddində, nuklonların 4-ölçülü vektor cərəyanının

$$\langle J_\mu \rangle = -i \frac{\delta Z_{KXD}}{\delta \tilde{V}_\mu^0} \Big|_{\tilde{V}_\mu^0=0}, (5)$$

ifadəsindən istifadə edilmişdir. Burada  $\tilde{V}_\mu^0$  –  $J_\mu$  cərəyanı üçün mənbə rolunu oynayır,  $J_\mu$  isə  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabiti ( $g_{\rho NN}$ ) vasitəsilə  $J_\mu(p', p) = g_{\rho NN} \bar{u}(p') \gamma_\mu u(p)$  şəklində ifadə olunur. Sonuncu ifadənin (5) düsturuna bərabərliyindən istifadə etməklə,  $g_{\rho NN}$  -nin inteqral ifadəsi alınmışdır.  $q, p'$  və  $p$  4-ölçülü impulsar arasında enerji-impuls saxlanma əlaqəsi var:  $q = p' - p$ . Burada  $p'$  və  $p$  AdS fəzasının daxilindəki spinor sahələrin vektor sahə ilə qarşılıqlı təsirdən əvvəl və sonrakı impulslarıdır. KXD-də isə  $p'$  və  $p$  uyğun olaraq, başlanğıc və son nuklonun 4-ölçülü impulslarıdır. Beləliklə, vektor sahə ilə fermion cərəyanları arasında mövcud olan aşağıdakı qarşılıqlı təsirlərin bu sabitə verdiyi əlavələr hesablanmışdır:

1) minimal kalibrləşmə qarşılıqlı təsir laqranjian həddi

$$\mathcal{L}_{\rho NN}^{(0)} = \bar{N}_1 e_A^M \Gamma^A V_M N_1 + \bar{N}_2 e_A^M \Gamma^A V_M N_2, (6)$$

2) spinorların maqnit momentinin vektor sahə ilə qarşılıqlı təsiri üçün Pauli həddi

$$\mathcal{L}_{FNN}^{(1)} = ik_1 e_A^M e_B^N (\bar{N}_1 \Gamma^{AB} (F_L)_{MN} N_1 - \bar{N}_2 \Gamma^{AB} (F_R)_{MN} N_2), (7)$$

3) skalyar  $X$  sahəsinin vektor sahə və fermion sahələrilə üçlü qarşılıqlı təsir həddi

$$\mathcal{L}_{FNN}^{(2)} = \frac{i}{2} k_2 e_A^M e_B^N (\bar{\Psi}_1 X \Gamma^{AB} (F_R)_{MN} \Psi_2 + \bar{\Psi}_2 X^+ \Gamma^{AB} (F_L)_{MN} \Psi_1). (8)$$

Bu qarşılıqlı təsir laqranjianlarından  $g_{\rho NN}^{y.d.}$  üçün aşağıdakı əlavələr alınmışdır:

$$g_{\rho NN}^{(0)nm} = \int_0^\infty \frac{dz}{z^4} e^{-\Phi(z)} V_0(z) \left( F_{1L}^{(n)*}(z) F_{1L}^{(m)}(z) + F_{2L}^{(n)*}(z) F_{2L}^{(m)}(z) \right), (9)$$

$$g_{\rho NN}^{(1)nm} = -2 \int_0^\infty \frac{dz}{z^3} e^{-k^2 z^2} V_0(z) \left[ k_1 \left( F_{1L}^{(n)*}(z) F_{1L}^{(m)}(z) - F_{2L}^{(n)*}(z) F_{2L}^{(m)}(z) \right) + k_2 v(z) \left( F_{1L}^{(n)*}(z) F_{2L}^{(m)}(z) + F_{2L}^{(n)*}(z) F_{1L}^{(m)}(z) \right) \right], (10)$$

$$f_\rho^{nm} = 4m_N \int_0^\infty \frac{dz}{z^3} e^{-k^2 z^2} V_0(z) \left[ k_1 \left( F_{1L}^{(n)*}(z) F_{1R}^{(m)}(z) - F_{2L}^{(n)*}(z) F_{2R}^{(m)}(z) \right) + k_2 v(z) \left( F_{1L}^{(n)*}(z) F_{2R}^{(m)}(z) + F_{2L}^{(n)*}(z) F_{1R}^{(m)}(z) \right) \right]. (11)$$

Beləliklə, AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli əsasında  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabiti  $g_{\rho NN}^{y.d.}$  üçün (8), (9) və (10) şəklində üç inteqral ifadə alınmışdır. Birinci iki həddi toplayaraq yekun qarşılıqlı təsir sabiti üçün  $g_{\rho NN}^{y.d.} = g_{\rho NN}^{(0)nm} + g_{\rho NN}^{(1)nm}$  şəklində inteqral ifadə alınmışdır. Sonra isə “Matematika” hesablama programından istifadə etməklə  $g_{\rho NN}^{y.d.}$  və  $f_\rho^{nm}$  tenzor qarşılıqlı təsir sabitlərinin ədədi qiyməti hesablanmış və bu sabit üçün ədəbiyyatlarda məlum olan sərt divar modeli, KXD cəm qaydası və kiral kvark modeli çərçivəsində alınan nəticələrlə müqayisə edilərək, cədvəl 1-də ümumiləşdirilmişdir. Hesablamalarda parametrlərin  $k=0.389 \text{ GeV}$ ,  $m_\rho^{y.d.} = 0.778 \text{ GeV}$ ,  $k_1 = -0.78 \text{ GeV}^3$  və  $k_2 = 0.5 \text{ GeV}^3$ ,  $\sigma = (0.326)^3 \text{ GeV}^3$  və  $m_q = 0.0023 \text{ GeV}$  qiymətlərindən istifadə edilmişdir. Həmçinin, parametrlərin ədədi qiymətlərinin müxtəlif toplularında bu sabitlərin ədədi qiyməti hesablanmışdır. Göründüyü kimi, parametrlərin əksər qiymətlərində bu sabit üçün yumşaq divar modeli çərçivəsində alınan qiymətlər, sərt divar modeli çərçivəsində alınan qiymətlərə nəzərən təcrübi qiymətlərə daha yaxındır.

Cədvəl 1.

AdS/KXD-nin yumşaq divar modelində  $g_{\rho NN}^{(0)nm}$ ,  $g_{\rho NN}^{(1)nm}$ ,  $g_{\rho NN}^{y.d.}$ ,  $f_{\rho}^{nm}$  qarşılıqlı təsir sabitlərinin ədədi qiymətləri

n	$g_{\rho NN}^{y.d.}$	$g_{\rho NN}^{tacr.}$	$g_{\rho NN}^{s.d.}$	$g_{\rho NN}^{K.c.q.}$	$g_{\rho NN}^{kkm}$	$f_{\rho}^{y.d.}$	$f_{\rho}^{s.d.}$
0	5.333	2.52±0.06	-8.6	-2.5±1.1	2.8	-16.24	-21.10
1	10.52	4.2~6.5	(-4.3~-6.2)	25.94	-	-73.85	-20.18
2	18.55	-	4.45	-	-	-206.6	-20.49

Nəticələrin müqayisəsindən o da məlum olmuşdur ki,  $g_{\rho NN}^{y.d.}$ -nin ədədi qiyməti  $\sigma$  və  $m_q$  sərbəst parametrlərinə nəzərən,  $k$  dilaton sahə parametrinin ədədi qiymətindən daha çox asılıdır. Yumşaq divar modeli əsasında nuklonların əsas halında tenzor qarşılıqlı təsir sabiti  $f_{\rho}$ , sərt divar modeli çərçivəsində olan nəticələrə yaxın qiymət alır. Nuklonların həyəcanlaşma halında isə həyəcanlaşma səviyyələri  $n$  artdıqca isə bu sabit üçün sərt divar və yumşaq divar modelləri əsasında alınan nəticələr arasındakı fərq artır.

Həmçinin, AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış,  $\rho$ -mezon-nuklon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabiti üçün isə inteqtal ifadə alınmışdır.

**Üçüncü fəsilə** AdS/KXD-nin sərt divar modeli əsasında, nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru  $G_A(q^2)$  tədqiq edilmişdir.

AdS fəzasının daxilindəki aksial sahə ilə digər sahələr arasında yeni

$$L^{(5)} = \frac{g_Y}{2} \{ \bar{\Psi}_1 X \Gamma^M (A_L)_M \Psi_2 - \bar{\Psi}_2 X^+ \Gamma^M (A_R)_M \Psi_1 \} = g_Y \{ \bar{\Psi}_1 X \Gamma^M A_M \Psi_2 + \bar{\Psi}_2 X^+ \Gamma^M A_M \Psi_1 \}, \quad (12)$$

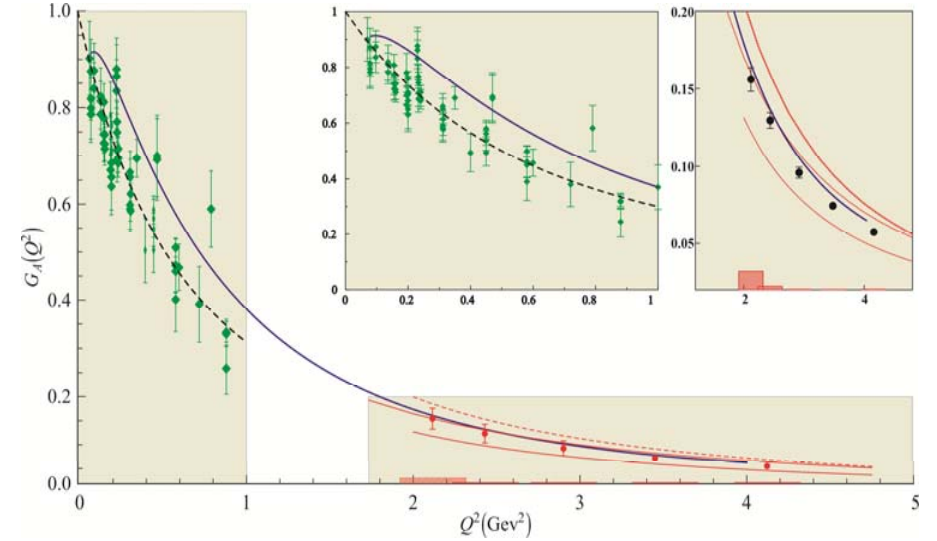
laqranjian həddi daxil edilmişdir. Bu və digər qarşılıqlı təsir laqranjianlarının ifadələrindən istifadə etməklə AdS fəzasındakı sahələr üçün təsirin ifadələri yazılmış və bu ifadələrdən  $G_A(q^2)$  tədqiq edilmişdir:

$$G_A(q^2) = G_A^{(1)}(q^2) + G_A^{(2)}(q^2) + G_A^{(5)}(q^2) = \frac{1}{2} \int_0^{z_m} \frac{dz}{z^4} A(qz) [|f_{1R}(mz)|^2 - |f_{1L}(mz)|^2] +$$

$$+ \frac{k_1}{2} \int_0^{z_m} \frac{dz}{z^3} (\partial_z A(qz)) [|f_{1R}(mz)|^2 + |f_{1L}(mz)|^2] + 2g_Y \int_0^{z_m} \frac{dz}{z^4} A(qz) 2v(z) f_{1L}(mz) f_{1R}(mz), \quad (13)$$

(13) inteqral ifadəsindən istifadə etməklə AdS/KXD-nin sərt divar modeli əsasında “Matematika” proqramının köməyiylə bu form-faktorun,  $Q^2 = -q^2$  qiymətində ötürülən impulsun kvadratı  $Q^2$  -dan asılılıq qrafiki qurulmuşdur.

Təcrübədə nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru  $G_A(Q^2)$ -nin qiyməti və qrafiki asılılıqları,  $Q^2$ -nin  $0.075 \leq Q^2 (GeV^2) \leq 1$  intervalında olan qiymətlərində Bernard və digərləri,  $Q^2$ -nin  $2 \leq Q^2 (GeV^2) \leq 4$  intervalında olan qiymətlərində Park və digərləri tərəfindən ölçülmüşdür.



Şəkl. 1. Sərt divar modelində  $G_A(Q^2)$ -nin  $Q^2$ -dan asılılıq qrafiki

Tədqiqat işində isə  $Q^2$ -nin hər iki intervalı örtən qiymətlərində  $G_A(Q^2)$ -nin qrafiki asılılığı qurulmuş və Şəkl.1.-də digər iki təcrübə nəticə ilə müqayisəsi edilmişdir. Şəkildən görüldüyü kimi, AdS/KXD-nin sərt divar modeli əsasında hesablanan nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru  $G_A(Q^2)$ -nin  $Q^2$ -dan asılılığı  $1/Q^2$  şəklindədir. Bu da təcrübə və di-

gər nəticələrə yaxındır. Hesablamalarda  $z_m$  parametri üçün  $z_m = (0.286 \text{ GeV})^{-1}$  qiymətindən istifadə edilmişdir.

Nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru  $G_A(Q^2)$ -nin özünün və həmçinin  $G_A^{(1)}$ ,  $G_A^{(2)}$  və  $G_A^{(5)}$  komponentlərinin hər birinin ədədi qiyməti, sərt divar modeli çərçivəsində  $Q^2$ -nin hər iki intervaldan olan fikse edilmiş müxtəlif qiymətlərində, ayrı-ayrılıqda hesablanmış və Cədvəl 2 və Cədvəl 3-də ümumiləşdirilmişdir.

**Cədvəl 2.**  
**Sərt divar modelində  $Q^2$ -in kiçik qiymətlərində  $G_A$  form-faktorun ədədi qiyməti**

$Q^2$	$G_A^{s.d.}$	$\frac{G_A^{tacr.}(Q^2)}{G_A(0)}$	$G_A^{q\bar{q}f\bar{e}s}$	$\frac{G_A^{KHN}(Q^2)}{G_A(0)}$	$G_A^{(1)}$	$G_A^{(2)}$	$G_A^{(5)}$
0.1	0.91	0.9	0.9	0.83	-0.28	0.76	0.43
0.2	0.85	0.7	0.8	0.72	-0.23	0.48	0.60
0.3	0.77	0.6	0.7	0.64	-0.19	0.476	0.48
0.4	0.69	0.5	0.6	0.6	-0.16	0.45	0.4
0.6	0.55	0.45	0.55		-0.12	0.39	0.28
0.7	0.50	0.39	0.5		-0.10	0.36	0.24
0.9	0.4	0.35	0.4		-0.08	0.31	0.18

Cədvəl 2-dən görüldüyü kimi, sərt divar modeli əsasında nuklonların aksial vektor izovektor form-faktoru üçün alınan nəticələr,  $Q^2$ -nin  $\sim 0.075 \leq Q^2(\text{GeV}^2) \leq 1$  intervalında olan kiçik qiymətlərində,  $\pi$ -mezonun elektroqulması təcrübəsində alınan təcrübi qiymətə və həmçinin də KXD Qəfəs hesablamalarında və Kiral Həyəcanlaşma Nəzəriyyəsində olan nəticələrə yaxın qiymətlər alır.

Cədvəl 3-dən görünür ki, sərt divar modeli çərçivəsində nuklonların aksial vektor izovektor form-faktoru üçün alınmış nəticələr  $Q^2$ -in  $2 \leq Q^2(\text{GeV}^2) \leq 4$  intervalında olan böyük qiymətlərində CLASS təcrübə gru-

punun aldığı təcrübi qiymətə və həmçinin İşıq Konusu Cəmləmə qaydası əsasında alınan nəzəri nəticələrə yaxın qiymətlər alır.

**Cədvəl 3.**  
**Sərt divar modelində  $Q^2$ -in böyük qiymətlərində  $G_A(Q^2)$ -nin ədədi qiyməti**

$Q^2(\text{GeV}^2)$	$G_A^{s.d.}$	$G_A^{tacr.}$	$G_A^{iKCCQ}$ ABO1	$G_A^{iKCCQ}$ ABO2	$G_A^{(1)}$	$G_A^{(2)}$	$G_A^{(5)}$
2	0.158	0.16	0.111	0.128	-0.03	0.17	0.05
2.5	0.110	0.128	0.081	0.093	-0.02	0.1	0.03
3	0.079	0.09	0.060	0.069	-0.015	0.07	0.02
3.5	0.0586	0.075	0.047	0.053	-0.01	0.06	0.015
4	0.044	0.06	0.037	0.042	-0.009	0.04	0.01

**Dördüncü fəsildə** AdS/KXD-nin hər iki modeli əsasında  $a_1$ -mezon-nuklon ( $g_{a_1NN}$ ), sərt divar modeli çərçivəsində isə  $a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion ( $g_{a_1\Delta\Delta}$ ) qarşılıqlı təsir sabiti tədqiq edilmişdir. Aksial-vektor, fermion və skalyar sahələr üçün laqranjianların ifadələrindən, hər iki model əsasında,  $g_{a_1NN}$  sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış və digər modellərdən alınan qiymətlərlə müqayisə edilərək, Cədvəl 4 və Cədvəl 5-də göstərilmişdir ki, parametrlərin müxtəlif qiymətlərində hər iki model çərçivəsində alınan qiymətlər, digər modellər çərçivəsində alınan qiymətlərə nəzərən təcrübi qiymətə yaxındır.

**Cədvəl 4.**  
**Yumşaq divar modelində  $g_{a_1NN}^{(0)nm}$ ,  $g_{a_1NN}^{(1)nm}$ ,  $g_{a_1NN}^{(2)nm}$ ,  $g_{a_1NN}^{y.d.}$  qarşılıqlı təsir sabitlərinin ədədi qiymətləri**

n	$g_{a_1NN}^{(0)nm}$	$g_{a_1NN}^{(1)nm}$	$g_{a_1NN}^{(2)nm}$	$g_{a_1NN}^{b.n.}$	$g_{a_1NN}^{tacr.}$	$g_{a_1NN}^{s.d.}$	$g_{a_1NN}^{y.d.}$
0	-0.09	-1.588	6.088	4.41	$4.7 \pm 0.6$	1.5~4.5 -2.93 (0.42)	0.14
1	-0.068	-2.073	24.275	22.135			
2	-0.056	-2.468	-54.563	52.039			

**Cədvəl 5.**  
Sərt divar modelində  $g_{a_1 NN}^{(0)nm}$ ,  $g_{a_1 NN}^{(1)nm}$ ,  $g_{a_1 NN}^{(2)nm}$ ,  $g_{a_1 NN}^{y.d.}$   
qarşılıqlı təsir sabitlərinin ədədi qiymətləri

n	$g_{a_1 NN}^{(0)nm}$	$g_{a_1 NN}^{(1)nm}$	$g_{a_1 NN}^{(2)nm}$	$g_{a_1 NN}^{b.n.}$	$g_{a_1 NN}^{təcr.}$	$g_{a_1 NN}^{s.d.}$	$g_{a_1 NN}^{y.d.}$
0	-0.652	7.958	-11.184	-3.888	$4.7 \pm 0.6$	1.5~4.5 -2.93 (0.42)	0.14
1	-0.017	3.995	0.249	4.227			
2	0.137	3.221	-1.536	1.822			

Bu sabiti hesablayarkən parametrlərin  $k=0.383 \text{ GeV}$ ,  $m_\rho^{y.d.} = 1.230 \text{ GeV}$ ,  
 $k_1 = -0.98 \text{ GeV}^3$ ,  $g_Y = 9.182 \text{ GeV}^3$ ,  $\sigma = 0.00722 \text{ GeV}^3$  və  $m_q =$   
 $0.00234 \text{ GeV}$  qiymətlərindən istifadə edilmişdir.

$a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti nəzəri olaraq ilk dəfə sərt divar modeli çərçivəsində hesablanmış və müəyyən edilmişdir ki, bu sabit üçün alınan qiymətlər həyəcanlanma səviyyələri artdıqca azalır.  $g_{a_1 \Delta \Delta}$  sabitinin təcrübi qiyməti məlum olmadığından, müqayisə aparılmamışdır.

**Cədvəl 6.**  
Sərt divar modelində  $g_{a_1 \Delta \Delta}^{(1)s/d}$ ,  $g_{a_1 \Delta \Delta}^{(2)s/d}$ ,  $g_{a_1 \Delta \Delta}^{(5)s/d}$ ,  $g_{a_1 \Delta \Delta}^{s/d}$   
qarşılıqlı təsir sabitlərinin ədədi qiymətləri

n	$m_\Delta$ (GeV)	$g_{a_1 \Delta \Delta}^{(0)}$	$g_{a_1 \Delta \Delta}^{(1)}$	$g_{a_1 \Delta \Delta}^{(2)nm}$	$g_{a_1 \Delta \Delta}^{s.d.}$
0	1.232	-0.983	8.197	10.102	17.316
1	1.700	0.263	4.231	6.658	11.153
2	1.920	0.473	2.232	2.684	5.389

Bu sabiti hesablayarkən parametrlərin  $m_\rho^{y.d.} = 1.230 \text{ GeV}$ ,  $k_1 =$   
 $0.98 \text{ GeV}^3$  və  $g_Y = 9.182 \text{ GeV}^3$ ,  $\sigma = (0.311)^3 \text{ GeV}^3$  və  $m_q =$   
 $0.00234 \text{ GeV}$  qiymətlərindən istifadə edilmişdir.

## ƏSAS NƏTİCƏLƏR

1. İlk dəfə olaraq, AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli əsasında  $\rho$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış və göstərilmişdir ki, parametrlərin əksər qiymətlərində bu sabit sərt divar modeli çərçivəsində alınan qiymətlərə nəzərən, təcrübi nəticəyə yaxın qiymət alır. Müəyyən edilmişdir ki, maqnit tip qarşılıqlı təsir laqranjianının bu qarşılıqlı təsir sabitinə verdiyi əlavə minimal qarşılıqlı təsir laqranjianının verdiyi əlavəyə nəzərən üç dəfəyə yaxın artdır. Alınmışdır ki, bu sabitin ədədi qiyməti  $\sigma$  və  $m_q$  parametrlərinə nəzərən  $k$  dilaton sahə parametrlərinin qiymətindən kəskin asılıdır.

2. Tapılmışdır ki, yumşaq divar modeli əsasında nuklonların əsas halı üçün tenzor qarşılıqlı təsir sabiti  $f_\rho$ , sərt divar modelində olan nəticələrə yaxın qiymət alır. Nuklonların həyəcanlaşma halında isə həyəcanlaşma səviyyələri  $n$  artdıqca sərt divar və yumşaq divar modelləri əsasında olan nəticələr arasındakı fərq artır.

3. İlk dəfə olaraq, AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində  $\rho$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış və müəyyən edilmişdir ki, həyəcanlaşma hallarının sayı artdıqca bu qiymət artır.

4. AdS/KXD-nin sərt divar modeli çərçivəsində ilk dəfə olaraq tapılmışdır ki, nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru  $G_A(Q^2)$ -nin ötürülən impulsun kvadratı  $Q^2$ -dan asılılığı  $1/Q^n$  şəklindədir. Bu da nuklonların form-faktoru üçün xarakterikdir. Göstərilmişdir ki, bu form-faktor, pionun elektrodoğulması təcrübəsində və həmçinin də  $Q^2$ -in kiçik qiymətlərində KXD qəfəs hesablamaları və kiral həyəcanlaşma nəzəriyyəsi əsasında alınan nəticələrə, həmçinin də, CLASS təcrübə qrupu tərəfindən və  $Q^2$ -in böyük qiymətlərində Işiq Konusu Cəmləmə qaydası əsasında alınan nəticələrə yaxın qiymətlər alır. Bu faktlar da sərt divar modelinin nuklonların aksial-vektor izovektor form-faktoru üçün ödənildiyini göstərir.

5. AdS/KXD-nin hər iki modeli əsasında  $a_1$ -mezon-nuklon qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış və göstərilmişdir ki, parametrlərin müxtəlif toplularında hər iki model çərçivəsində alınan qiymətlər digər modellər çərçivəsində alınan qiymətlərə nəzərən təcrübi qiymətə yaxındır, yəni AdS/KXD-nin hər iki modeli bu sabit üçün ödənilir.

6. Nəzəri olaraq ilk dəfə sərt divar modeli çərçivəsində  $a_1$ -mezon- $\Delta$ -barion qarşılıqlı təsir sabitinin ədədi qiyməti hesablanmış və göstərilmişdir ki, həyəcanlaşma hallarının sayı artdıqca bu sabitin qiyməti azalır.



## ELMİ ƏSƏRLƏRİN SİYAHISI

1. Huseynova N., Mamedov Sh. On  $\rho$ -meson-nucleon coupling constant ( $g_{\rho NN}$ ) in the soft-wall model of AdS/QCD / Fizikanın müasir problemləri VI Respublika konfransı materialları, Bakı: Bakı Universiteti, 2012, s. 272-274
2. Huseynova N., Mamedov Sh.  $\pi$ -meson-nucleon coupling constant ( $g_{\pi NN}$ ) from AdS/QCD models in the axial gauge / Fizikanın müasir problemləri VII Respublika konfransı materialları, Bakı: Bakı Universiteti, 2013, s. 313-315
3. Atayev İ.İ., Hüseynova N.C., Məmmədov Ş.Ə. AdS/KXD-nin yumşaq divar modelində ro-mezon-delta barion ( $g_{\rho\Delta\Delta}$ ) qarşılıqlı təsir sabiti / BDU, Fizika Problemləri ETİ, Fizikanın müasir problemləri VIII Respublika konfransı materialları, Bakı :Bakı Universiteti, 2014, s. 253-255
4. Hüseynova N.C. AdS/KXD-nin sərt divar modelində nuklonların aksial izovektor form-faktorları / Azərbaycan Xalqının Ümummilli Lideri Heydər Əliyevin anadan ol-masının 92-ci ildönümünə həsr olunmuş Gənc tədqiqatçıların III Beynəlxalq Elmi Konfransın materialları. Bakı, 17-18 Aprel 2015, s.73-75
5. Atayev İ.İ., Hüseynova N.C., Məmmədov Ş.Ə. AdS/KXD-nin yumşaq divar modelində ro-mezon-delta barion ( $g_{\rho\Delta\Delta}$ ) qarşılıqlı təsir sabiti // Journal of Qafqaz University, 2015, V.3, №1, səh. 80-85
6. Atayev İ.İ., Hüseynova N.C., Məmmədov Ş.Ə. AdS/KXD-nin yumşaq divar modelində ro-mezon-nuklon-delta barion ( $g_{\rho N\Delta}$ ) qarşılıqlı təsir sabiti // AMEA-nın məruzələri, 2015, №2, səh. 8-14.
7. Huseynova N., Mamedov Sh.  $\rho$  meson-nucleon coupling constant from the Soft-Wall AdS/QCD model // Int. J. Theor. Phys., 2015, v. 54, №10, p. 3799-3810
8. Məmmədov Ş.Ə., Hüseynova N.C. Aksial-vektor mezonun nuklonlarla qarşılıqlı təsir sabiti / BDU-nun Fiz. Prob. İns.-nün yaradılmasının 10 illiyinə həsr olunmuş "Opto, nanoelektronika, kondensə olunmuş mühit və yüksək enerjilər fizikası" Beynəlxalq Konfransın materialları, Bakı :Bakı Universiteti, 25-26 Dekabr, 2015, səh. 358-362
9. Mamedov Sh., Huseynova N., Condensate dependence of nucleon axial vector meson coupling constant / The materials of IX International Conference called Modern Problems of Physics, 25-26 December, Bakı :Bakı Universiteti, 2015, p. 362-364
10. Huseynova N., Mamedov Sh. Contribution of magnetic moment to the axial vector meson-nucleon coupling constant from the soft wall AdS/QCD model // The Journal of Qafqaz University, 2015, V.3, №2, p. 182-186
11. Huseynova N., Mamedov Sh. Axial vector meson-nucleon coupling constant from the hard wall AdS/QCD model // The Journal of Qafqaz University, 2016, V.4, №2, p.146-153
12. Mamedov Sh., Huseynova N., Gardashova A., Condensate dependence of profile function of axial vector meson // GESJ: Physics, 2016, №2, p. 19-21
13. Mamedov Sh., Sirvanli B., Atayev İ, Huseynova N. Nucleon's axial-vector form factor in the hard-wall AdS/QCD model // Int. J. Theor. Phys., 2017, V. 56, №6, p.1861-1874.
14. Huseynova N. The axial vector meson- $\Delta$  baryon coupling constant from the hard-wall model of AdS/QCD model / International Conference "Modern Trends in Physics" 20-22 April 2017

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЗОН И БАРИОНОВ  
В МОДЕЛЯХ АДС/КХД

РЕЗЮМЕ

Диссертационная работа посвящена исследованию взаимодействия мезон и барионов в моделях АдС/КХД. Основной целью АдС/КХД является создание моделей по основе АдС/КТП (Анти-Де Ситтер/конформная теория поля) соответствия с добавлением дополнительного направления в пространстве АдС, которые включают важные непертурбативные функции, таких как нарушение киральной симметрии и конформности.

Поскольку константа сильного взаимодействия в КХД имеет большое значение при меньших значениях импульсов, нельзя применить теорию матрицы рассеяния, основанную на теории возмущения, на решение феноменологических проблем сильных взаимодействий. Поэтому, различные константы и форм-факторы взаимодействий адронов теоретически вычисляется с использованием непертурбативных методов. В свою очередь, непертурбативные методы приводят к определенным предсказаниям, что приводит к разнице между измеренных и вычисленных величин. В отличие от квантовой теории поля модели АдС/КХД не сталкиваются с такими трудностями и используются без ограничений на области энергии-импульса, которая устраняется при решении задач сильных взаимодействий. Поэтому модели АдС/КХД успешно применяются при вычислении констант сильных взаимодействий и форм-фактора адронов, а также при расчете кварк-глюонной плазмы с сильно взаимодействующими эффектами. С этой точки зрения значительный интерес представляет теоретическое исследование взаимодействие мезонов и барионов в моделях АдС/КХД.

В работе на основе модели мягкой стены АдС/КХД впервые вычислено численное значение константы взаимодействия  $\rho$ -мезона с нуклонами и показано, что при большинстве значений параметров оно получает близкую к значению результата эксперимента по сравнению с значениями, полученными в модели жесткой стены. Определено, что вклад лагранжиана магнитного взаимодействия к этой константе взаимодействия, примерно в три раза выше, чем вклада лагранжиана

минимального взаимодействия. Было обнаружено, что численное значение этой константы сильно зависит от значения параметра к дилатонного поля, относительно параметров  $\sigma$  и  $m_q$ . Найдено, что значение полученное на основе модели мягкой стены для константа тензорного взаимодействия в основном состоянии нуклонов близок к результатам, полученным в модели жесткой стены. По мере увеличения число возбуждений, разница между результатами жесткой и мягкой стены увеличивается.

В диссертационной работе также впервые вычислено численное значение константы взаимодействия  $\Delta$ -мезона с  $\Delta$ -барионами в модели мягкой стены АдС/КХД, и получено, что с увеличением числа возбуждений это значение возрастает.

Кроме того, в работе впервые в рамках модели жесткой стены АдС/КХД изучено  $G_A(Q^2)$  аксиально-векторный изовекторный форм-фактор нуклонов и было обнаружено, что зависимость этого форм-фактора от квадрата переданного импульса  $Q^2$  имеет вид  $1/Q^n$ . Это характерно для форм-факторов нуклонов. Было показано, что этот форм-фактор получает значения близких к значениям полученных в эксперименте по электророждению пионов, а также в меньших значениях  $Q^2$  к значениям полученными на основе расчетов решеточной КХД и теории кирального возмущения, а также значениям полученными экспериментальной группы CLASS. Эти факты указывают на то, что модель жесткой стены получает выражение для аксиально-векторного изовекторного форм-фактора нуклонов точностью.

В работе также вычисляется значение константы взаимодействия  $a_1$ -мезона с нуклонами на основе обеих моделей АдС/КХД и показано, что значения, полученные в обеих моделях в рамках разных наборов параметров, ближе к экспериментальному значению, чем значения, полученные в рамках других моделей. Дополнительно, в модели жесткой стены впервые вычислено численное значение константы взаимодействия  $a_1$ -мезона с  $\Delta$ -барионами, и показано, что значение этой константы уменьшается по мере увеличения числа возбуждения.

HUSEYNOVA NARMIN JAFAR gizi

MESON AND BARYONS INTERACTIONS IN THE  
FRAMEWORK OF ADS/QCD MODELS

ABSTRACT

The research work is devoted to the study of the interaction of mesons and baryons in the framework of AdS/QCD models. The main idea of AdS/QCD is to construct QCD models based on the AdS/CFT (Anti-De Sitter /conformal field theory) correspondence with the additional an extra direction in the AdS space, which include important nonperturbative properties of QCD such as chiral symmetry breaking and confinement.

Since the strong interaction constant in QCD has a big value, for small values of the momentum, it is not possible to apply the theory of scattering matrix based on perturbation theory. Therefore, the coupling constants and form factors of different interactions of hadrons are theoretically calculated using non-perturbative methods. In turn, non-perturbative methods lead to certain predictions, which lead to a difference between the measured and calculated values of the quantities. In contrast to quantum field theory, in the AdS/QCD models do not arise such difficulties and are used without limitations in the energy-momentum region. Therefore, the AdS/QCD models are successfully used in calculating the quark-gluon plasma with strongly interacting effects, as well as in calculating the constants of strong interactions and form factors of hadrons . From this point of view, a significant interest is represented by a theoretical study of the interaction of mesons and baryons in the framework of AdS / QCD models.

The numerical value of the coupling constant of a  $\rho$ -meson with nucleons was calculated for a first time on the basis of the AdS/QCD soft-wall model and it was shown that for the main values of parameters it gets a value close the experimental result in comparison with the values obtained in the hard-wall model. It is determined that the contribution of the Lagrangian of magnetic interaction to this coupling constant is approximately three times more than the effect of the minimal interaction Lagrangian. It was found that the numerical value of this constant strongly depends on the value of the dilaton field parameter  $k$ , relative to the parameters  $\sigma$  and  $m_q$ . It is found that on the basis of the soft-wall model, the tensor interaction constant in the ground state of the nucleons is close to

the results obtained in the hard-wall model. As the number of excitations increases, the difference between the hard and soft wall models increases as well.

In the dissertation work for the first time also it was calculated, the numerical value of the coupling constant for  $\rho$ -meson- $\Delta$ -baryons in the framework of soft wall model AdS/QCD, and it was found that this value increases with an increase in the number of excitations.

In addition, the axial-vector isovector form-factor of nucleons was studied for the first time in the hard-wall AdS / QCD model and it was found that the dependence of this form factor on the square of the transferred momentum is in the form  $1/Q^n$ . This is typical for the form factors of nucleons. It was shown that this form factor close to the results based on the experiment on the electroproduction of the pion, as well as in smaller values of  $Q^2$  on the basis of calculations of QCD sum rules and chiral excitation theory, as well as the experimental CLASS group. These facts indicate that the hard-wall model was proved accurately for the axial-vector isovector form-factor of nucleons

In the work, on the basis of both AdS/QCD models, the numerical value of the coupling constant of  $a_1$ -meson with nucleons is calculated and it is shown that the values obtained in the framework of both models in different sets of parameters are closer to the experimental value than ones obtained in other models. Even in the hard-wall model, the numerical value of the coupling constant of the  $a_1$ -meson with  $\Delta$ -baryons was calculated for the first time theoretically, and it was shown that the value of this constant decreases with increasing number of excitations.

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ  
АЗЕРБАЙДЖАНСКОЙ РЕСПУБЛИКИ  
БАКИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ**

*На правах рукописи*

**ГУСЕЙНОВА НАРМИН ДЖАФАР ГЫЗЫ**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ МЕЗОН И БАРИОНОВ  
В МОДЕЛЯХ АДС/КХД**

2212.01-Теоретическая физика

**А В Т О Р Е Ф Е Р А Т**

диссертации на соискание ученой степени  
доктора философии по физике

---

**Каğıз formatı 60 x 84 1/16. Sayı 100**

**«Bakı Universiteti» nəşriyyatı, Bakı, Az 11 48, Z. Xəlilov 23.**

**БАКУ-2017**