

SONLU TEMPERATURDA a_1 AKSIAL MEZONUN HƏYƏCANLAŞMIŞ HALDA OLAN Δ BARİONLARLA $g_{a_1\Delta}(T)$ MİNİMAL QARŞILIQLI TƏSİR SABİTİ

N.Ə. NƏSİBOVA

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu

AZ1143, H.Cavid küç.131, Bakı, Azərbaycan

n.nesibli88@gmail.com

Bu məqalədə AdS/KXD yumşaq divar modelində a_1 aksial mezonun həyəcanlanmış halda olan barionlarla $g_{a_1\Delta}(T)$ minimal qarşılıqlı təsir sabitinin temperaturdan asılılığına baxılmışdır. Aksial mezon minimal qarşılıqlı təsir sabitinin temperaturdan asılılıq qrafiki qurulmuşdur.

Açar sözlər: AdS/KSN duallığı, yumşaq divar modeli, aksial mezon, güclü qarşılıqlı təsir sabiti.

PACS:11.25. Tq.11.25.Wx. 13.75.Lb

1. GİRİŞ

Zərrəciklərin qarşılıqlı təsir sabitlərinin sonlu temperaturda tədqiqi nəzəri fizikanın qarşısında duran mühüm məsələlərdəndir.

Belə ki, barion qarşılıqlı təsirlərinin temperatur asılılığının öyrənilməsi ilkin kainatın təkamülü, nüvədəki faza keçidləri və bir çox fiziki fenomenlər haqqında daha aydın təsəvvürlər yaradır.

Qeyd edək ki, Δ barionlar üç kvarkın birləşməsindən $\Delta^0=udd$, $\Delta^+=uud$, $\Delta^-=ddd$ və $\Delta^{++}=uuu$ kimi yaranır ki, onların da öz növbəsində nuklonlara bənzər rezonansları var. Bu səbəbdən də Δ rezonansların $\Delta \rightarrow N\pi$ parçalanma kanalının nuklon potensialı, eləcə də Δ barionların nuklonlara keçid form-faktorunun tədqiqi kimi xassələrinin araşdırılmasında Δ barionların rolu mühümdür. Pauli prinsipinə əsasən, Δ barionlar $1/2$ və $2/3$ olmaqla iki spin hallarında olurlar və AdS/KSN uyğunluğuna əsasən 5 ölçülü fəzada spini $1/2$ olan barion operatorlarına bu fəzanın daxilində Dirak sahəsi [14] $3/2$ olan barion operatorlarına Rarita-Şvinger sahəsi [15-19] uyğun qoyulur.

AdS/KSN uyğunluğu [1, 2] prinsipinə əsaslanan sonlu temperaturdakı AdS/KXD modelləri [2-10] Δ barionların mezonlarla qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form faktorlarının öyrənilməsində çox effektiv bir mətoddur.

AdS/KSN uyğunluğu prinsipi kalibrləşmə-qravitasiya duallığının xüsusi halıdır. Bu halda qravitasiya nəzəriyyəsi 5-ölçülü Anti-de-Sitter (AdS_5) fəzasının daxilində, dual kalibrləşmə nəzəriyyəsi olan konform sahə nəzəriyyəsi isə (KSN) 4-ölçülü Minkovski fəzası olan AdS_5 fəzasının sərhədində təyin edilir. De-Sitter fəzasının ayrılık radiusu müsbət olduğu halda anti-de-Sitter fəzasının ayrılık radiusu mənfi olmaqla, maksimal simmetrik, bircins və izotrop fəza-zamandır. AdS/KSN duallığına əsaslanan sonlu temperaturdu AdS/KXD yumşaq divar modelində temperatur asılılığı AdS metrikasının temperatura görə bükülməsi və temperaturdan asılı dilaton sahəsinin daxil edilməsi yolu ilə qurulur.

AdS/Schwarzschild metrikası [11]

$$ds^2 = e^{2A(z)} [f(z, T) dt^2 - (d\vec{x})^2 - \frac{dz^2}{f(z, T)}] \quad (1)$$

kimi təyin olunur.

Burada $A(z)=\log(R/z)$, R AdS fəzasının radiusu, $f(z, T)=z^4/H^4$ termal faktor, H hadisə üfününün vəziyyəti, Havkinq temperaturu ilə $T=1/H\pi$ kimi əlaqəlidir, (\vec{x}, t) Minkovski fəzasının koordinatları, z 5-ci ölçüyə görə koordinatdır. Eksponensial faktor isə inteqralı infraqırmızı sərhəddə sonlu edir.

Sonlu temperatura uyğun dilaton sahəsi [12] aşağıdakı kimi təyin olunur:

$$\Phi(z, T) = K(T) z^2 \quad (2)$$

burada,

$$K(T) = k * (1 + \Delta_T) \quad (3)$$

$$\Delta_T = -\frac{N_f^2 T^2 - T^2}{12N_f F^2} - \frac{N_f^2 T^4 - T^4}{144N_f^2 F^4} \quad (4)$$

(3) və (4) ifadəsinə daxil olan $F=0.087$ GeV, 0.1 GeV, 0.13 GeV ... qiymətlər almaqla kiral limitdə şüalanma sabiti, $N_f=2,3,4...$ kvark rayihə parametri və parametrlər $k=383$.

2. SONLU TEMPERATURDA AKSİAL MEZON İLƏ HƏYƏCANLAŞMIŞ Δ BARİONLARIN MİNİMAL QARŞILIQLI TƏSİR SABİTİ.

$\Psi_{1M,2M}$ fermion sahələrinin aksial mezon sahəsi ilə minimal qarşılıqlı təsirinə laqranjian həddi $L^{(0)}$ bərabərdir [13]:

$$\mathcal{L}_{a_1\Delta}^{(0)} = \frac{1}{2} (\bar{\Psi}_1^M e_A^M \Gamma^M A_M \Psi_{1M} - \bar{\Psi}_2^M e_A^M \Gamma^M A_M \Psi_{2M}), \quad (5)$$

Burada, $e_A^M = z\eta_A^M = z \text{diag} \left(f(z, T), 1, 1, 1, -\frac{1}{f(z, T)} \right)$ 4-ölçülü fəzadan 5-ölçülü fəzaya keçid vielbeyni, $\Gamma^A = (\gamma^A, -i\gamma^5)$ isə Dirak matrisidir.

(5) ifadəsi sonlu temperaturdakı təsirin ifadəsində

$$S_{\alpha_1\Delta\Delta}^{(0)y/d} = \int_0^\infty d^5x \sqrt{g} e^{-\Phi(z, T)} \mathcal{L}^{(0)} \quad (6)$$

nəzərə alınır. Müəyyən sadələşmələr aparıldıqdan sonra, minimal qarşılıqlı təsir laqranjianının sonlu temperaturda α_1 aksial vektor mezon- Δ barion qarşılıqlı təsir sabiti üçün verdiyi əlavə $g_{\alpha_1\Delta\Delta}^{(0)y/d}(T)$ ifadəsi aşağıdakı şəkildə olur:

$$g_{\alpha_1\Delta\Delta}^{(0)y/d}(T) = \frac{1}{2} \int_0^\infty \sqrt{g} e^{-\Phi(z, T)} \frac{dz}{z^2} A_0(z, T) [|F_{1R}(z, T)|^2 - |F_{1L}(z, T)|^2]. \quad (7)$$

\sqrt{g} metrikanın determinantıdır.

(7) ifadəsinə daxil olan $A_0(z, T)$ aksial sahənin profil funksiyası olmaqla aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$A_0(z, T) = K(T)^{3/2} z^{3/2} \sqrt{2} L_0^{(1)}(K^2(T)z^2) \quad (8)$$

$F_{1L}(z, T)$ və sol $F_{1L}(z, T)$ isə sonlu temperatura barion sahəsinin uyğun sol və sağ profil funksiyaları olub

$$\begin{aligned} F_{1L}(z, T) &= n_{1L} \Phi(z, T)^\alpha L_n^{(\alpha)}(\Phi(z, T)) \\ F_{1R}(z, T) &= n_{1R} \Phi(z, T)^{\alpha - \frac{1}{2}} L_n^{(\alpha - 1)}(\Phi(z, T)) \end{aligned} \quad (9)$$

kimi təyin olunur.

İfadələrə daxil olan α parametri 5-ölçülü kütlə ilə $\alpha = m_- + \frac{1}{2}$ kimi əlaqəlidir.

(9) ifadələrindəki normallaşma sabitlərini

$$\int_0^\infty \frac{dz}{z^{2m_-}} e^{-\Phi(z, T)} F_{1L}(z, T) F_{1R}(z, T) = \delta_{nm}, \quad (10)$$

normallaşma şərtindən istifadə etməklə aşağıdakı şəkildə tapırıq:

$$n_L = \frac{1}{K(T)^{\alpha-1}} \sqrt{\frac{2\Gamma(n+1)}{\Gamma(\alpha+n+1)}}, \quad n_R = n_L \sqrt{\alpha + n}. \quad (11)$$

Burada $|m_-| = \frac{5}{2}$, beləliklə də $\alpha = 3$.

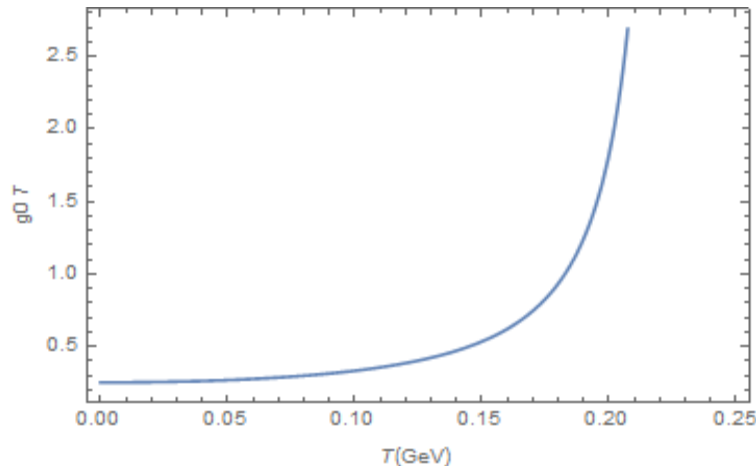
Sonlu temperaturda kütlə spektri bərabərdir:

$$M = M^2(0)(1 + \Delta_T) + (6n - 1)(n + m + 1) \frac{\pi^4 T^4}{k^2} \quad (12)$$

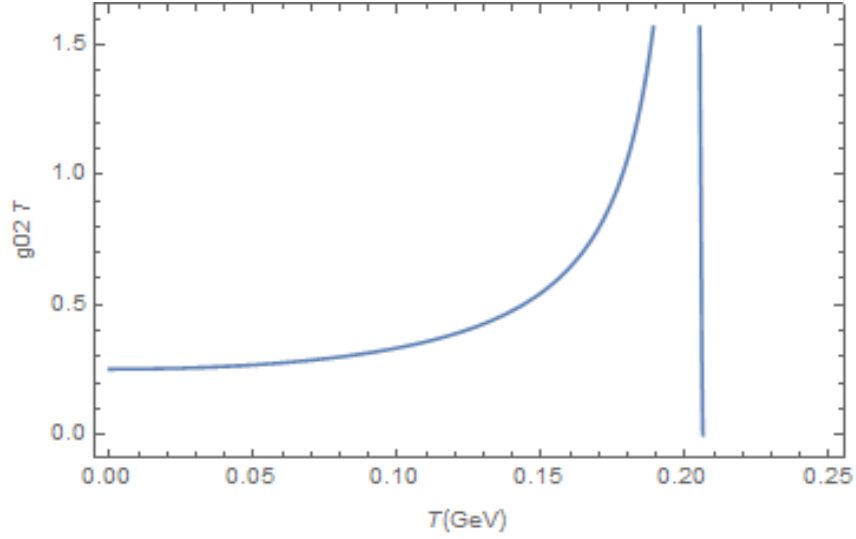
burada, $M^2(0)$ sıfır temperatur halına uyğun kütlə spektridir.

Beləliklə, 1, 2, 3, 4 şəkillərində sonlu temperaturda əsas haldakı α_1 mezonun və həyəcənlanmış haldakı Δ barionların profil funksiyalarını minimal qarşılıqlı təsir sabitinin $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ ifadəsində nəzərə almaqla “Ma-

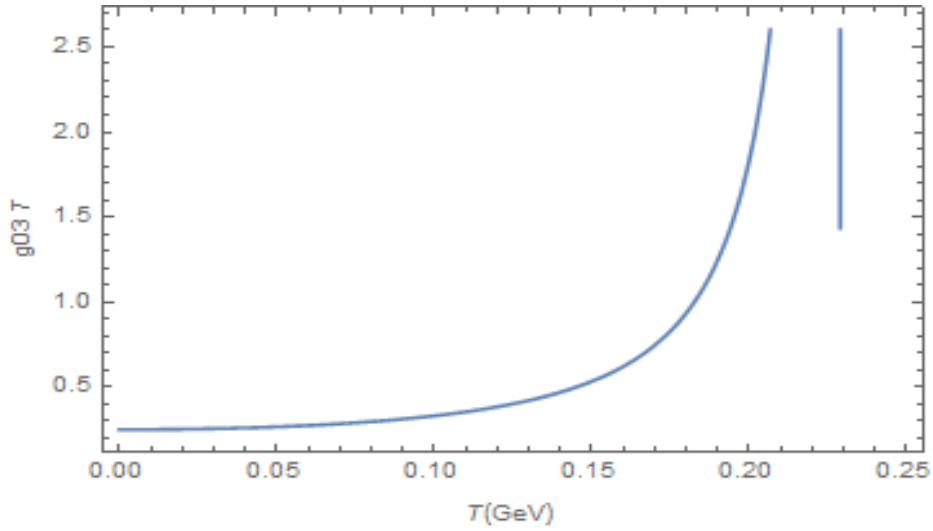
tematika” proqramının köməyi ilə qurulmuş qrafikləri təsvir olunmuşdur. Bu şəkillərdə AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ -nin temperatur asılılığı N_f kvark rayihə parametri və F şüalanma sabitinin müxtəlif qiymətlərində ayrı-ayrılıqda və müqayisəli şəkildə tədqiq edilir.



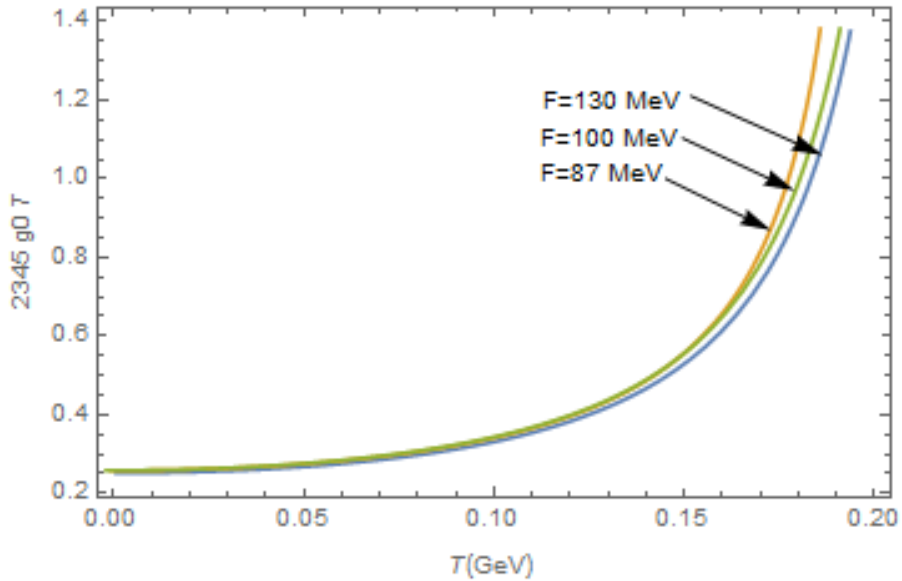
Şəkil 1. Əsas halda olan α_1 mezonla, həyəcənlanmış halda olan Δ barionların $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $N_f=2$, $F=87\text{MeV}$ qiymətlərində temperaturdan asılılığı.



Şəkil 2. Əsas halda olan α_1 mezonla, həyəcanlanmış halda olan Δ barionların $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $N_f=3, F=100\text{MeV}$ qiymətlərində temperaturdan asılılığı.



Şəkil 3. Əsas halda olan α_1 mezonla, həyəcanlanmış halda olan Δ barionların $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $N_f=4, F=130\text{MeV}$ qiymətlərində temperaturdan asılılığı.



Şəkil 4. Əsas halda olan α_1 mezonla, həyəcanlanmış halda olan $3/2$ spinli Δ barionların $g_{\alpha_1\Delta\Delta}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $N_f \forall F$ - in müxtəlif qiymətlərində temperatur asılılığı /

3. NƏTİCƏ.

Göründüyü kimi, qrafik müsbət oblastda yerləşir və həyəcanlı halda olan Δ barionların a_1 mezonla $g_{a_1\Delta}(T)$ minimal qarşılıqlı təsir sabiti temperaturdan asılı olaraq Havkinq temperaturuna qədər (təxminən $T=221 MeV$) artır, $g_{a_1\Delta}(T)$ -in qiyməti temperaturun artması ilə kəskin azalaraq Havkinq temperaturunda sıfıra və daha sonra qrafiklərin sonsuzluğa getdiyi müşahidə olunur. Bu o mənaya gəlir ki, daha öncəki işlərimizdə olduğu kimi, Havkinq temperaturuna qədər

olan temperaturda zərrəciklər arasında qarşılıqlı təsir mövcud olsa da, qrafiklərin sonsuzluğa getməsi daha sonrakı temperaturlarda barionların tamamilə dağılıb, qvark-qlüon plazma halının yaranaraq, qarşılıqlı təsirlərin yox olduğu mühitin yarandığını göstərir.

Qrafiklərdə $T=0$ qiymətində minimal qarşılıqlı təsir sabiti $g_{a_1\Delta}(T)=0.2$ qiyməti alır ki, bu qiymət də öz növbəsində digər müəlliflərin temperatursuz halda AdS/KXD sərt divar modelində hesablanmış olduqları ($g_{a_1\Delta}(0)=0.189$) qiymətə çox yaxındır.

-
- [1] *B. Berenstein, J. Maldacena, H. Nastase.* Strings. In flat space and pp waves from N=4 Super Yang Mills, JHEP, 2002, 1-154.
- [2] *Z. Abidin and C. Carlson.* Nucleon electromagnetic and gravitational form factors from holography, Phys. Rev. D, 2009, 79, №11, 115003.
- [3] *Z. Abidin, C. Carlson.* Phys. Rev. D, 2007, 77, №9, 095007.
- [4] *H. Ahn, D. Hong, C. Park and S. Siwach.* Phys. Rev.D, 2009, 054001.
- [5] *C. Alexandrou, M. Brinet, J. Carbonell et. all.* Phys. Rev. D, 2011, 83, №4, 045010.
- [6] *T. Aliev, A. Ozpineci, M. Savci and V. Zamiralov.* Phys. Rev. D, 2009, 80, 016010.
- [7] *O. Andreev.* Phys. Rev., 2006, 73, 107901.
- [8] *I. Anikin, V. Braun, N. Offen.* Phys. Rev., 2016, 3, 034011.
- [9] *S. Brodsky, G.Teramond.* Phys. Rev. Lett., 2006, 96, 201601.
- [10] *S. Brodsky, G. Teramond, H. Dosch, J. Erlich.* Phys.Rept. , 2015, 584, 1-5.
- [11] *Thomas Gutsche, Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidtand,Andrey Yu.Trifonov.* Phys. Rev. 2019, 99, 114023.
- [12] *Thomas Gutsche, Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidtand Andrey Yu.Trifonov, Thomas Gutsche.* Phys.Rev., 2019, 99, 054030.
- [13] *Narmin Huseynova and ShahinMamedov.* ρ meson-nucleon coupling constant from the soft-wall AdS/QCD model, 2015, 1408.
- [14] *M. Henneaux.* Boundary terms in the AdS/CFT correspondence for spinor fields /in the proceedings of Conference: Mathematical methods in modern theoretical physics, Tbilisi:1998, pp. 161-170.
- [15] *M. Henningson, K. Sfetsos.* Phys.Lett. B, 1998, v.431, №1-2, p.63-68.
- [16] *A. Koshelev and O. Rytchkov.* Phys. Lett. B, 1999, №450, pp. 368-376.
- [17] *P. Matlock, K. Viswanathan.* Phys. Rev. D, 2000, v. 61, p. 026002.
- [18] *W. Mück, K. Viswanathan.* Phys.Rev.D, 1998, v.58, p.106006.
- [19] *R. Rashkov.* Mod. Phys. Lett. A, 1999, №14, pp. 1783-1796.

N.A. Nasibova

MINIMAL COUPLING CONSTANT $g_{a_1\Delta}(T)$ OF a_1 AXIAL MESON WITH EXCITED Δ BARYONS AT FINITE TEMPERATURE

In this paper, the temperature dependence of the axial meson a_1 with excited Δ baryons minimal coupling constant $g_{a_1\Delta}(T)$ has been considered in the framework of the soft - wall model of AdS/QCD. The temperature dependence graph of axial meson with excited Δ baryons minimal coupling constant has been plotted.

Н.А. Насибова

МИНИМАЛЬНАЯ КОНСТАНТА $g_{a_1\Delta}(T)$ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ a_1 АКСИАЛЬНЫХ МЕЗОН И ВОЗБУЖДЕННЫХ Δ БАРИОНОВ ПРИ КОНЕЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

В данной работе температурная зависимость $g_{a_1\Delta}(T)$ минимальной константы связи a_1 аксиального мезона с возбужденными барионами рассматривается в модели мягкой стены АДС/КХД. Построен график температурной зависимости a_1 аксиального мезона с возбужденными Δ барионами.

Qəbul olunma tarixi: 19.04.2021