

SONLU TEMPERATURDA ω MEZON – NUKLON MİNİMAL QARŞILIQLI TƏSİR SABİTİ $g_{\omega NN}(T)$

N. Ə. NƏSİBOVA

*Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu,
AZ1143, H.Cavid küç.131, Bakı, Azərbaycan
n.nesibli88@gmail.com*

Bu məqalədə AdS/KXD (Anti-de-Sitter/Kvant Xromodinamikası) yumşaq divar modelində ω vektor mezonun əsas və həyəcanlanmış hallarda olan nuklonlarla minimal qarşılıqlı təsir sabitinin ($g_{\omega NN}(T)$) temperatur asılılığına baxılmışdır. ω mezonun minimal qarşılıqlı təsir sabitinin temperaturdan asılılıq qrafiki qurulmuşdur.

Aşar sözlər: AdS/CFT duallıq, yumşaq divar modeli, vektor mezon, Güclü qarşılıqlı təsir sabiti
PACS:11.25. Tq.11.25.Wx. 13.75.Lb

1. GİRİŞ

Elementar zərrəciklərin qarşılıqlı təsir sabitləri və form-faktorlarının tədqiqi müasir nəzəri fizikanın qarşısında duran problemlə məsələlərdən biridir.

Səpilmə matrisi nəzəriyyəsinə güclü qarşılıqlı təsirin fenomenoloji məsələlərinə tətbiq etmək mümkün olmur. Buna səbəb KXD-də güclü qarşılıqlı təsir sabitinin kiçik enerjilərdə böyük qiymət almasıdır. Ötürülən enerji-impuls oblastını məhdudlaşdırmadığına görə AdS/KSN (Anti-de-Sitter/Konformal Sahə Nəzəriyyəsi) uyğunluğu prinsipi üzərində qurulan AdS/KXD modellə-

rində isə belə çətinliklər meydana çıxmır. Məhz bu səbəbdən AdS/KSN uyğunluğu [1, 2] prinsipinə əsaslanan AdS/KXD modelləri [2-10] nuklonların mezonlarla qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form-faktorlarının öyrənilməsində çox effektiv bir metoddur.

Temperatur mühitində baş verən güclü qarşılıqlı təsirlər kainatın ilkin mərhələsində meydana çıxan proseslər haqqında daha aydın təsəvvürlər yaradır.

Sonlu temperaturda AdS/KXD yumşaq divar modeli AdS metrikasının temperatura görə bükülməsi və temperaturdan asılı dilaton sahəsinin daxil edilməsi yolu 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 - Havkinq temperaturu ilə $T = 1/H\pi$ kimi əlaqəli olan hadisə üfününün vəziyyəti, (\vec{x}, t) Minkovski fəzasının koordinatları, z - 5-ci ölçüyə görə koordinatdır. Eksponensial faktor isə inteqralı infraqırmızı sərhəddə sonlu etmək üçün daxil edilir.

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

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

burada,

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

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

(3) və (4) ifadəsinə daxil olan $F = 0.087 \text{ GeV}$, 0.1 GeV , 0.13 GeV ... qiymətlər almaqla kiral limitdə şüalanma sabiti, $N_f = 2, 3, 4, \dots$ kvark rəyihə parametri və $k = 383$ olmaqla zərrəciyin kütləsi ilə əlaqəli parametrdir [13].

2. Sonlu temperaturda ω mezon ilə spini $\frac{1}{2}$ olan barionların (nuklonların) minimal qarşılıqlı təsir sabiti.

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

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

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

(5) ifadəsi aşağıda göstərilən sonlu temperaturdakı təsirin ifadəsində

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

nəzərə alınır. Müəyyən sadələşmələr aparıldıqdan sonra, minimal qarşılıqlı təsir laqranjianının sonlu temperaturda ω vektor mezon- nuklon qarşılıqlı təsir sabiti üçün verdiyi əlavə $g_{\omega NN}^{(0)y/d}(T)$ ifadəsi aşağıdakı şəkildə olur:

$$g_{\omega NN}^{(0)y/d}(T) = \frac{1}{2} \int_0^\infty \sqrt{g} e^{-\Phi(z,T)} \frac{dz}{z^2} V_0(z, T) [|F_{1R}(z, T)|^2 + |F_{1L}(z, T)|^2]. \quad (7)$$

\sqrt{g} metrikanın determinantıdır.

(7) ifadəsinə daxil olan $V_0(z, T)$ ω vektor sahənin profil funksiyası olmaqla aşağıdakı kimi ifadə olunur:

$$V_0(z, T) = K(T)^2 z^2 \sqrt{2} L_0^{(1)}(K^2(T) z^2) \quad (8)$$

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

$$F_{1L}(z, T) = \sqrt{\frac{2\Gamma(n+1)}{\Gamma(m_L+n+1)}} K(T)^{m_L+1} z^{m_L+1/2} L_n^{m_L}(\Phi(z, T))$$

$$F_{1R}(z, T) = \sqrt{\frac{2\Gamma(n+1)}{\Gamma(m_R+n+1)}} K(T)^{m_R+1} z^{m_R+1/2} L_n^{m_R}(\Phi(z, T)). \quad (9)$$

kimi təyin olunur.

İfadələrə daxil olan m parametri $m=\tau-3/2$ olunmaqla nuklonlar üçün $\tau=3$ və $m_L=\tau+1$, $m_R=\tau-1$ kimi təyin olunur. (9) ifadələrindəki profil funksiyaları aşağıdakı normallaşma şərtini ödəyir.

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

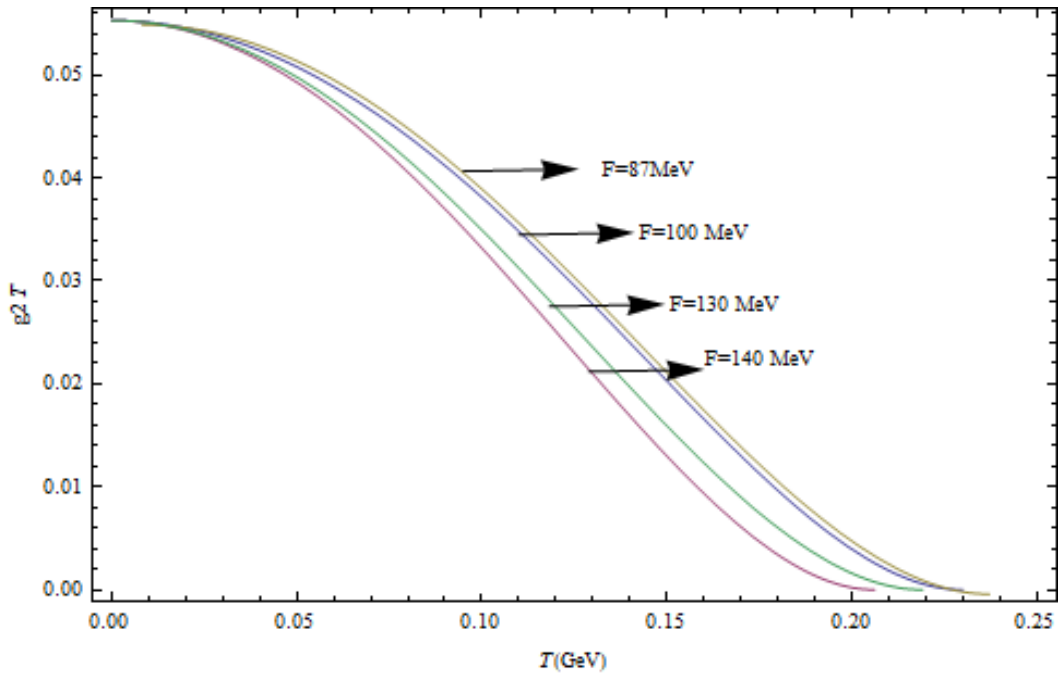
Sonlu temperaturda kütlə spektri bərabərdir:

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

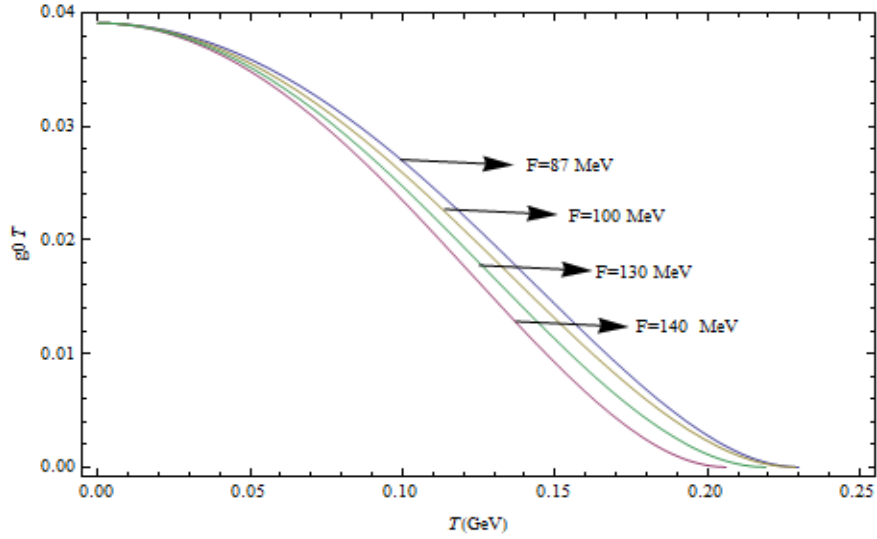
burada, $M(T)$ temperatur, $M^2(0)$ isə soyuq hala uyğun kütlə spektridir [].

Beləliklə, şəkil 1 və şəkil 2 sonlu temperaturda ω mezonla əsas və həyəcanlanmış haldakı nuklonların profil funksiyalarını minimal qarşılıqlı təsir sabitinin $g_{\omega NN}$

(T) ifadəsində nəzərə almaqla “Matematika” programının köməyi ilə qurulmuş qrafiklərini təsvir edir. Şəkillərdə sonlu temperaturda AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində $g_{\omega NN}(T)$ -nin temperatur asılılığı F şüalanma sabitinin müxtəlif qiymətlərində müqayisəli şəkildə tədqiq edilib.



Şəkil 1. Əsas halda olan ω mezonla, əsas halda olan nuklonların $g_{\omega NN}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $F=87\text{MeV}$, 100 MeV , 130 MeV , 140 MeV qiymətlərində temperaturdan asılılığı.



Şəkil 2. Əsas halda olan ω mezonla, həyəcanlanmış halda olan nuklonların $g_{\omega NN}(T)$ qarşılıqlı təsir sabitinin $F=87$ MeV, 100 MeV, 130 MeV, 140 MeV qiymətlərində temperaturdan asılılığı.

NƏTİCƏ

Qrafik müsbət oblastda yerləşir və nuklonların ω mezonla minimal qarşılıqlı təsir sabitinin $g_{\omega NN}(T)$ qiyməti temperaturun artması ilə kəskin azalır. Havkinq temperaturunda bu qiymət sıfır bərabər olur. Havkinq

temperaturundan daha yuxarı temperatur oblastı kvark-qlüon plazma halının yaranmasına uyğun gəlir. Aydındır ki, belə bir mühitdə zərrəciklər arasında qarşılıqlı təsir olmayacaq. Deməli, yalnız Havkinq temperaturundan aşağı temperaturalarda qarşılıqlı təsirlər mümkündür.

- [1] B. Berenstein, J.Maldacena, Nastase H. 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. Form-factors of vector mesons in an AdS/QCD model. Phys. Rev. D, 2007, 77, №9, 095007.
- [4] Ahn. H. Hong D., Park C. and S. Siwach. Spin 3/2 Baryons and Form Factors in AdS/QCD, Phys. Rev.D, 2009, 054001.
- [5] C. Alexandrou, M. Brinet, J. Carbonell et. all. Axial Nucleon form factors from lattice QCD. Phys. Rev. D, 2011, 83, №4045010.
- [6] T. Aliev, A. Ozpineci, M. Savci and V. Zamiralov. Vector meson-baryon strong coupling constants in light cone QCD sum rules. Phys. Rev. D, 80, 2009, 016010.
- [7] O. Andreev. $1/q^2$ Corrections and Gauge/String Duality, 73, Phys. Rev., 2006, 107901.
- [8] I.Anikin, Y. Braun, N. Offen. 3, Axial form factor of the nucleon at large momentum transfers. Phys. Rev., 2016, 3, 034011.
- [9] S. Brodsky, G. Teramond. 96, Hadronic Spectra and Light-Front Wave functions in Holographic QCD. Phys. Rev. Lett., 2006, 201601.
- [10] S. Brodsky, G. Teramond, H. Dosch, J. Erlich. Light-Front Holographic QCD and Emerging Confinement. 584, Phys.Rept., 2015, 1-5.
- [11] Thomas Gutsche, Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidtand, Andrey Yu.Trifonov, Thomas Gutsche. Baryons in a soft-wall AdS-Schwarzschild approach at low temperature. 99, Phys.Rev., 2019,114023.
- [12] Thomas Gutsche, Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidtand Andrey Yu. Trifonov, Thomas Gutsche. Mesons in a soft-wall AdS-Schwarzschild approach at low temperature. 99, Phys.Rev., 2019, 054030.
- [13] Narmin Huseynova and ShahinMamedov. ρ meson-nucleon coupling constant from the soft-wall AdS/QCD model. High Energy Physics 2015, 1408.5496
- [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. The AdS/CFT correspondence. Phys. Lett. B, 1999, №450, pp. 368-376.
- [17] P. Matlock, K. Viswanathan. The AdS/CFT Correspondence for the Massive Rarita-Schwinger Field. Phys. Rev. D, 2000, v.61, p. 026002.
- [18] W. Mück, K. Viswanathan. Field Theory Correlators from Classical Field Theory on Anti-de Sitter Space II. Vector and Spinor Fields. Phys. Rev. D, 1998, v.58, p.106006.
- [19] R. Rashkov. Note on the boundary terms in AdS/CFT correspondence for Rarita-Schwinger field Mod. Phys. Lett. A, 1999, №14, pp. 1783-1796.

N. A. Nasibova

**TEMPERATURE DEPENDENCE OF ω MESON - NUCLEONS MINIMAL
COUPLING CONSTANT $g_{\omega NN}(T)$**

In this paper, the temperature dependence of the minimal coupling constant of the ω vector meson ($g_{\omega NN}(T)$) with nucleons which are in ground and excited states has been considered in the framework of the soft - wall model of AdS/QCD (Anti-de-Sitter/Quantum Chromodynamic). The temperature dependence graph of the ω vector meson minimal coupling constant has been plotted.

Н.А. Насибова

**КОНСТАНТА МИНИМАЛЬНОЙ СВЯЗИ ω МЕЗОНА С НУКЛОНАМИ ПРИ КОНЕЧНОЙ
ТЕМПЕРАТУРЕ $g_{\omega NN}(T)$**

В данной работе температурная зависимость минимальной константы связи ω векторного мезона с нуклонами ($g_{\omega NN}(T)$) в основном и возбужденном состояниях в модели мягкой стены АДС/КХД (Анти-де-Сеттер/Квантовая Хромодинамика). Построена температурная зависимость минимальной константы взаимодействия критерия.

Qəbul olunma tarixi: 22.07.2021