

SONLU TEMPERATURDA HƏYƏCANLAŞMIŞ VEKTOR MEZON VƏ BARİONLARIN 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 həyəcənlanmış halda olan ρ vektor mezonun həyəcənlanmış halda olan barionlarla, eyni zamanda müqayisə üçün həyəcənlanmamış halda olan barionların da profil funksiyası nəzərə alınmaqla $g_{\rho BB}^{(0)nm}(T)$, minimal qarşılıqlı təsir sabitinin temperaturdan asılılığına AdS/KXD yumşaq modelində baxılmışdır. Həyəcənlanmış vektor mezon minimal qarşılıqlı təsir sabitinin temperaturdan asılılığı təhlil edilmişdir.

Açar sözlər: AdS/KSN duallığı, yumşaq divar modeli, vektormezon, 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 bugünkü nəzəri fizikanın qarşısında duran mühüm məsələlərdəndir. Müasir AdS/KXD modelləri AdS/KSN uyğunluğu prinsipinə əsaslanır və bu kəmiyyətlərin hesablanmasında çox effektiv metod hesab olunur.

Holoqrafik duallıq prinsipi adlanan bu nəzəriyyədə simlər nəzəriyyəsi d -ölçülü fəzada kalibrəmə nəzəriyyəsi ilə $(d+1)$ - ölçülü fəzada qravitasiya nəzəriyyəsi arasında əlaqə vardır və nəzəri fizikanın müxtəlif sahələrinə uğurla tətbiq edilir. AdS/KSN uyğunluğu prinsipi kalibrəmə nəzəriyyəsi tərəfdən maksimal supersimmetrik Yang-Mills nəzəriyyəsi ilə, qravitasiya nəzəriyyəsi tərəfdən isə xüsusi on ölçülü $AdS_5 \times S^5$ fəzasında simlər nəzəriyyəsinə əlaqələndirir [1-8].

Kvant sahə nəzəriyyəsi fərqli olaraq AdS/KSN uyğunluğu prinsipinə əsaslanan AdS/KXD modelləri, güclü qarşılıqlı təsir məsələlərinin həllindəki ötürülən enerji-impuls oblastına məhdudiyət qoyulmadan istifadəyə imkan verir. Eyni zamanda, sonlu temperaturda hadron xüsusiyyətlərinin öyrənilməsi erkən kainatın meydana gəlməsini, təkamülünü daha dərindən başa düşməyə imkan verdiyi üçün, AdS/KXD modelləri

güclü qarşılıqlı təsirdə olan kvark-qlüon plazmanın öyrənilməsi məsələlərinə, o cümlədən sonlu temperatur halında hadronların güclü qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form-faktorlarının temperatur asılılıqlarının öyrənilməsində uğurla tətbiq edilir [9, 10].

Sonlu temperaturda ρ mezon - barion üçün minimal kalibrəmə qarşılıqlı təsir sabitinin temperatur asılılığını AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində qurmaq məqsədilə biz "MATEMATİKA" proqramından istifadə etmişik.

2. SONLU TEMPERATURDA HƏYƏCANLAŞMIŞ VEKTOR MEZON İLƏ HƏYƏCANLAŞMIŞ VƏ ƏSAS HALDA OLAN BARİONLARIN MİNİMAL QARŞILIQLI TƏSİRİ

AdS fəzasının daxilində sonlu temperaturda barionların vektor sahə ilə qarşılıqlı təsiri vektor sahənin spinor sahələr ilə qarşılıqlı təsirinə [11] analogi olaraq aşağıdakı şəkildə yazılır:

$$S = \int d^4x dz e^{-\Phi(z, T)} \sqrt{g} \mathcal{L}_{q/t}. \quad (1)$$

Sonlu temperatur halında AdS fəzasının metrikasının determinantı aşağıdakı şəkildə təyin edilir:

$$\sqrt{|g|} = \sqrt{\begin{vmatrix} f(z, T)e^{2A(z)} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & -e^{2A(z)} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & -e^{2A(z)} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & e^{2A(z)} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & -1/f(z, T)e^{2A(z)} \end{vmatrix}} \quad (2)$$

Burada $A(z) = \log R/z$, R AdS fəzasının radiusudur. Termal faktor $f(z, T) = z^4/H^4$, H hadisə üfüqünün vəziyyətidir və Havkinq temperaturu ilə $T = 1/H\pi$ kimi əlaqəlidir. Eksponensial faktor isə inteqralı infraqırmızı sərhəddə sonlu edir.

$\Phi(z, T)$ sonlu temperatura uyğun dilaton sahəsi

$$\Phi(z, T) = K^2(T)z^2 \quad (3)$$

Kimi təyin olunur[9].

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

$$K^2(T) = k * (1 + \Delta_T) \quad (5)$$

burada, F kiral limitdə mezon şüalanma sabiti sonlu temperatur üçün hesablanmışdır [11], N_f isə kvark rəyihə parametridir [12].

Bildiyimiz kimi, qarşılıqlı təsir Laqranjianı iki həddən ibarətdir ki, bunlardan biri $\mathcal{L}_{\rho BB}^{(0)}$ minimal kalibrləşmə qarşılıqlı təsir Laqranjianıdır.

Beləliklə, vektor sahənin fermion cərəyanları ilə minimal kalibrləşmə qarşılıqlı təsir hədləri aşağıdakı şəkildə təyin edilir[13]

$$\mathcal{L}_{\rho NN}^{(0)} = \bar{B}_1 e_A^M \Gamma^A V_M B_1 + \bar{B}_2 e_A^M \Gamma^A V_M \quad (6)$$

burada, B_1 və B_2 uyğun olaraq 5-ölçülü Dirak fermion sahələridir. e_A^M əyri xətlə fəzadan düzxətli fəzaya

$$g_{\rho BB}^{(0)nm}(T) = \int_0^\infty \frac{dz}{z^2} e^{-\Phi(z, T)} V_0(z, T) \left(F_{1L}^{(n)*}(z, T) F_{1L}^{(m)}(z, T) + F_{2L}^{(n)*}(z, T) F_{2L}^{(m)}(z, T) \right). \quad (7)$$

Sonlu temperaturda həyəcanlanmış hal üçün ρ mezonun profil funksiyası temperatursuz hala uyğun olaraq [13] aşağıdakı şəkildə tapılır:

$$V_0(z, T) = K(T) z^2 \sqrt{2L_1^{(1)}} (K^2(T) z^2). \quad (8)$$

Sonlu temperaturdakı sağ və sol həyəcanlanmış barion profil funksiyalarını isə (9) tənliyi ifadə edir.

$$F_{1L}^n(z, T) = K^{mL+1}(T) z^{mL+1/2} \sqrt{2\Gamma(n+1)/\Gamma(n+mL+1)} \times L_1^{(mL)}(K^2(T) z^2), \quad (9)$$

$$F_{1R}^{(n)}(z, T) = K^{mR+1}(T) z^{mR+1/2} \sqrt{2\Gamma(n+1)/\Gamma(n+mL+1)} \times L_1^{(mR)}(K^2(T) z^2) \quad (10)$$

isə sonlu temperaturdakı barionların həyəcanlanmış profil funksiyalarıdır.

Burada

$$mL = N + L - 1$$

$$mR = N + L - 2$$

$N=3$ və $L=0$ uyğun olaraq barionlar üçün parton sayı və orbital bucaq momentidir. n, m indeksləri isə sonlu temperatur limitindəki barionların həyəcanlaşma halını göstərir.

Bu funksiyalar üçün yekun həll Lager polinomu vasitəsilə ifadə olunur və profil funksiyaları normallaşma şərtini ödəyir.

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

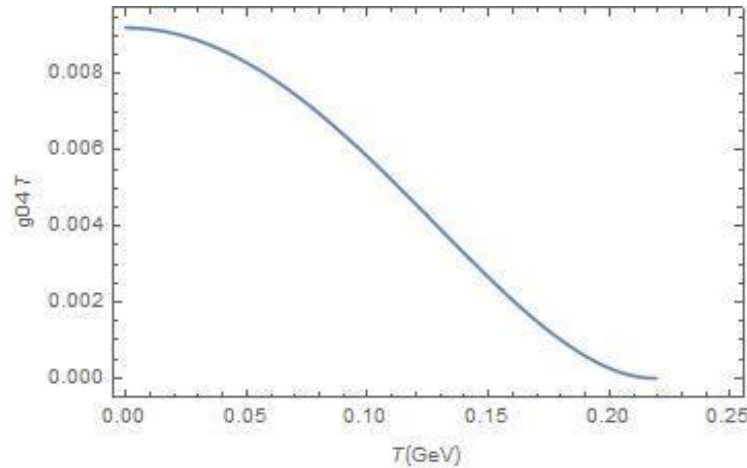
$$\int_0^\infty dz \frac{e^{-K^2(T)z^2/2}}{z^2} F_{1L}^n(z, T) F_{1L}^m(z, T) = \delta_{nm}$$

$F_{1L}^n(z, T) = F_{2R}^n(z, T)$ və $F_{2L}^n(z, T) = F_{1R}^n(z, T)$ ödəyir.

Sonlu temperatur halında hadron kütlə spektri aşağıdakı kimi təyin olunur:

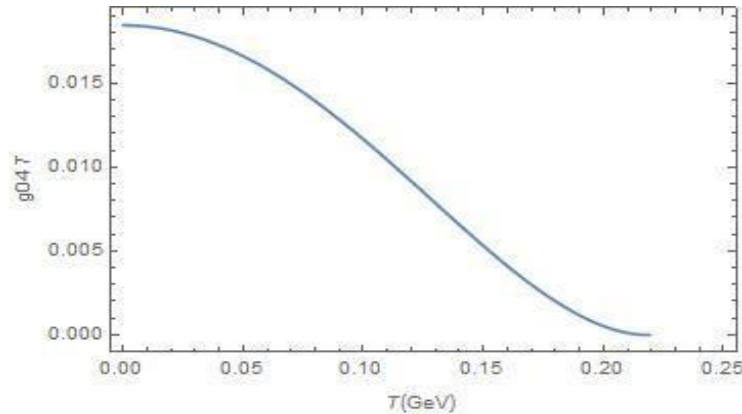
$$M = M^2(0)(1 + \Delta_T) + (6n - 1)(n + m + 1) \frac{\pi^4 T^4}{k^2}$$

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



Şəkil 1. Həyəcanlanmış mezonla, həyəcanlanmış halda olan barionların qarşılıqlı təsir sabitinin $g_{\rho BB}^{(0)nm}(T)$ temperaturdan asılılığı göstərilmişdir. $N_f = 4, F = 140 \text{ MEV}, n = 1, k = 383$.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi, qrafik müsbət oblastda yerləşir və temperaturun artması ilə azalır və nəhayət temperaturun $T= 0.20$ MeV qiymətində sifra yaxınlaşır.



Şəkil 2. Həyəcənlanmış mezonla, əsas halda olan barionların qarşılıqlı təsir sabitinin $g_{\rho BB}^{(0)nm}(T)$ temperaturdan asılılığı göstərilmişdir. $N_f = 4, F = 140$ MEV, $n = 1, k = 383$.

Göründüyü kimi, qrafik müsbət oblastda yerləşir və temperaturun artması ilə azalır, nəhayət temperaturun $T=0.20$ MeV qiymətində sifra yaxınlaşır.

3. NƏTİCƏ

Beləliklə, həyəcənli halda olan və əsas halda olan barionların qarşılıqlı təsir sabitlərinin temperaturdan asılılığını qurmaqla müəyyən etdik ki, hər iki sabit Havking

temperaturuna yaxın temperaturda, yəni $T=221$ MeV temperaturda sifra yaxınlaşır. Yəni, o temperatura qədər zərrəciklər qarşılıqlı təsirdə olur. O temperaturdan yuxarı temperaturda qrafikin sonsuzluğa getməsi isə, barionların tamamilə dağılıb, qvark-qlüon plazma halının yaranacağı, qarşılıqlı təsirlərin olmadığı mühiti göstərir.

- | | |
|---|---|
| [1] <i>B. Berenstein, J. Maldacena, H. Nastase.</i> JHEP, 2002, v. 0204, p. 013. | [8] <i>S. Brodsky, G. Teramond, H. Dosch, J. Erlich.</i> Phys. Rept. , 2015, v.584, p.1-105. |
| [2] <i>V. Bernard, L. Elouadrhiri.</i> J. Physics G: Nuclear and Particle Physics, 2002, v.28, v.1, pp. R1-R35. | [9] <i>Thomas Gutsche, Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidt and Andrey Yu. Trifonov, Thomas Gutsche.</i> Phys. Rev. D99,114023, 2019. |
| [3] <i>H. Boschi-Filho, N. Braga.</i> JHEP, v. 2003, №5, p. 009. | [10] <i>Valery E. Lyubovitskij, Ivan Schmidt and Andrey Yu. Trifonov.</i> Phys.Rev. D99,054030, 2019. |
| [4] <i>H. Boschi-Filho, N. Braga.</i> Brazil, 2007, Braz. J. Phys., vol. 37, №1B, pp. 270-275. | [11] <i>J. Gasser and H. Leutwyler.</i> Phys. Lett. B184, 1987, 83. |
| [5] <i>H. Boschi-Filho, N. Braga.</i> Eur.Phys. J. C, 2004, v. 32, №4, p. 529-533. | [12] <i>S. J. Brodsky and G. F. de Teramond.</i> Phys. Rev. Lett. 2006, 96, 201601; Phys. Rev. D77, 056007, 2008. |
| [6] <i>T. Branz, T. Gutsche, V. Lyubovitskij, I. Schmidt and et.</i> Phys. Rev.D, 2010, v.82, №7, p. 074022. | [13] <i>Narmin Huseynova and Shahin Mamedov</i> arXiv 1408.549.6v2[hep-th] 18Mar 2015. |
| [7] <i>S. Brodsky, G. Teramond.</i> Phys. Rev. Lett., 2006, v. 96, p. 201601. | |

N. A. Nasibova

MINIMAL COUPLING CONSTANT OF EXCITED VECTOR MESON AND BARYONS AT FINITE TEMPERATURE

In this paper, the temperature dependence of the minimal coupling constant is considered in the framework of soft - wall model of AdS/QCD. The profile functions of the excited vector meson, excited baryons and ground state baryons was taken into account for the comparison. The temperature dependence of minimal coupling constant was analyzed.

Насибова Н.А.

МИНИМАЛЬНАЯ КОНСТАНТА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ВОЗБУЖДЕННЫХ ВЕКТОР МЕЗОН И БАРИОНОВ ПРИ КОНЕЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

В данной работе температурная зависимость минимальной константы связи рассматривается в модели мягкой стены АДС/КХД. Учтены профильные функции возбужденных векторного мезона, возбужденного бариона, а также барионов в основном состоянии для сравнения. Проанализирована температурная зависимость минимальной константы связи.

Qəbul olunma tarixi: 23.02.2021