

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

## SONLU TEMPERATURDA HƏYƏCANLAŞMIŞ VEKTOR MEZONUN FORM FAKTORU

N.Ə.NƏSİBOVA

AMA Fizika İnstitutu  
Az 1143, Bakı şəh., H.Cavid pr., 131  
n.nesibli88@gmail.com

Daxil olub: 07.01.2021  
Çapa verilib: 25.02.2021

REFERAT

Sonlu temperaturda həyəcanlanmış halda olan vektor mezonun form faktoruna AdSKXD yumşaq divar modelində baxılmışdır. Həyəcanlanmış vektor mezon form faktorunun temperaturdan asılılıq qrafiki qurulmuşdur.

Açar sözlər: AdS/KSN duallığı, yumşaq divar modeli, vektor mezon, form faktor.

### GİRİŞ

Kvant xromodinamikasında güclü qarşılıqlı təsir sabiti ötürülən impulsun kiçik qiymətlərində böyük qiymət aldığına görə hadronların yaşama müddətinin, qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form-faktorlarının öyrənilməsinə həyəcanlaşma nəzəriyyəsini tətbiq etmək mümkün olmur. Bu halda qarşılıqlı təsir sabitləri və form-faktorlar qeyri-həyəcanlaşma metodları ilə nəzəri olaraq hesablanır.

Bələ qeyri-həyəcanlaşma metodlarından biri də holoqrafik duallıq prinsipi adlanan AdS/KSN uyğunluğu prinsipidir. Bu prinsip kalibrləşmə nəzəriyyəsi tərəfdən maksimal supersimmetrik Yang-Mills nəzəriyyəsi, qravitasiya nəzəriyyəsi tərəfdən isə xüsusi on ölçülü  $AdS_2 \times S^8$  fəzasında simlər nəzəriyyəsini əlaqələndirir. Müasir nəzəri fizikanın müxtəlif sahələrinə tətbiqi çox uğurlu nəticələr verən AdS/KSN uyğunluğu prinsipinə əsaslanan AdS/KXD modelləri güclü qarşılıqlı təsir məsələlərinin həllində ötürülən enerji - impuls oblastına məhdudiyət qoymadan hadron fenomenoloji məsələlərini sadə yolla izah edir [1-10]. Bu işdə istifadə edilən AdS/KXD yumşaq divar modeli sonlu temperaturda güclü qarşılıqlı təsirdə olan kvark-qlion plazmasının öyrənilməsi məsələlərində, eləcə də hadronların güclü qarşılıqlı təsir sabitlərinin və form-faktorlarının temperatur asılılığını öyrənilməsində uğurla tətbiq edilir [11-16].

Sonlu temperaturda həyəcanlanmış halda olan vektor mezon form faktorunun temperatur asılılığını AdS/KXD-nin yumşaq divar modeli çərçivəsində qurmaq məqsədilə biz "MATEMATICA" programından istifadə etmişik.

### SONLU TEMPERATURDA HƏYƏCANLAŞMIŞ HALDA OLAN VEKTOR MEZONUN FORM FAKTORU

AdS fəzasının daxilində sonlu temperaturda həyəcanlanmış halda olan mezon form faktorunu əldə etmək üçün təsir aşağıdakı kimi yazılır [11]:

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

burada  $\mathcal{L}_{q/f}$  qarşılıqlı təsir Laqranjiani [13],  $\sqrt{g}$  determinantı isə aşağıdakı şəkildə təyin edilir:

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

$A(z) = \log(R/z)$ ,  $R$  AdS fəzasının radiusudur. Termal faktor  $f(z, T) = z^4/H^4$ ,  $H$  hadisə üfünqünün vəziyyəti, Hawking temperaturu ilə  $T = 1/H \pi$  kimi əlaqəlidir. Eksponensial faktor inteqralı infraqırmızı sərhəddə sonlu edir.

Sonlu temperatura uyğun dilaton sahəsi aşağıdakı kimi təyin olunur [13].

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

burada,

$$K(T) = k \cdot (1 + \Delta_T) \quad (4)$$

$$\Delta_T = \frac{N_f^2 T^2 - T^2}{12 N_f F^2} - \frac{N_f^2 T^4 - T^4}{144 N_f^2 F^4} \quad (5)$$

$F$  kiral limitdə şüalanma sabiti [15],  $N_f$  isə kvark rəyiə parametridir [16].

Daha sonra (1) təsirdən variasiya almaqla  $V(Q, z, T)$  mezon propoqotorunun Furiye çevirməsinə uyğun hərəkət tənliyi əldə edilir:

$$\partial_z \left( \frac{e^{-\Phi(z, T)}}{z} \partial_z V(Q, z, T) \right) - Q^2 \frac{e^{-\Phi(z, T)}}{z} V(Q, z, T) = 0 \quad (6)$$

Beləliklə (6) differensial tənliyindən sonlu temperatura mezon propaqatoru üçün həll (7) şəklində olur:

$$V(Q, z, T) = \Phi(z, T) \int_0^1 \frac{dx}{(1-x)^2} x^{\alpha(Q, T)} e^{-\Phi(z, T) \frac{x}{1-x}} \quad (7)$$

$$\alpha(Q, T) = \frac{Q^2}{4K^2(T)}$$

Qeyd edək ki, sonlu temperatura həyəcanlanmış mezon profil funksiyası  $M_n(z, T)$  aşağıdakı kimi ifadə olunur:

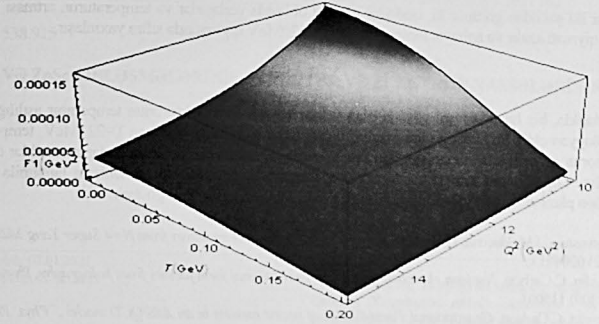
$$M_n(z, T) = K(T) z^2 \sqrt{2} L_n^{(1)}(K^2(T) z^2). \quad (8)$$

Mezon form faktorunun tapılması üçün ümumi düsturu (9) inteqralı ifadə edir:

$$M_n(Q^2, T) = \int_0^\infty dz M_n^z(z, T) V(Q, z, T) \quad (9)$$

Son olaraq, tam spinə malik mezonların  $Q^2$  impulsundan asılı form faktorunu (7) və (8) ifadələri (9) ifadəsində nəzərə alınmaqla sonlu temperatura  $n=1$  həyəcanlanmış halına uyğun mezon form faktoru üçün həll əldə edilir

$$F_1(Q^2, T) = \frac{\Gamma(\alpha(Q, T)+1)\Gamma(m+4)}{\Gamma(\alpha(Q, T)+m+4)} + (\alpha(Q, T) + m) \frac{\Gamma(\alpha(Q, T)+2)\Gamma(m+2)}{\Gamma(\alpha(Q, T)+m+4)}. \quad (10)$$

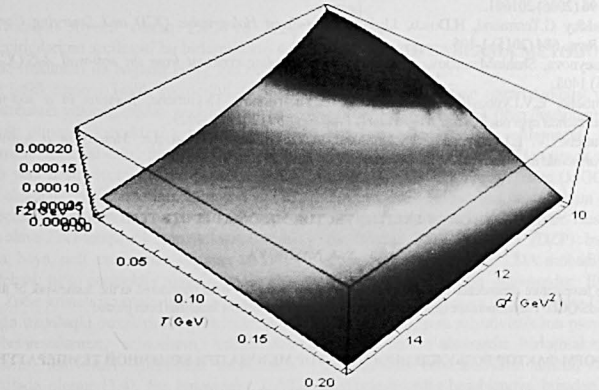


Şəkil 1

$n=1$  halına uyğun mezon form faktorunun  $F_1(Q^2, T)$  temperaturdan asılılığı.  $N_f=2$ ,  $F=0,087\text{Mev}$ ,  $k=383$ .

Analoji olaraq,  $n=2$  halında

$$F_2(Q^2, T) = \frac{\Gamma(\alpha(Q, T)+1)\Gamma(m+6)}{\Gamma(\alpha(Q, T)+m+6)} + \alpha(Q, T) \frac{\Gamma(\alpha(Q, T)+2)\Gamma(m+3)}{\Gamma(\alpha(Q, T)+m+6)} + \left[ (m+5)(2m+3) + \frac{1}{2}\alpha(Q, T)(\alpha(Q, T)+5) \right] \quad (11)$$



Şəkil 2

$n=2$  halına uyğun mezon form faktorunun  $F_2(Q^2, T)$  temperaturdan asılılığı.  $N_f=2$ ,  $F=0,087\text{Mev}$ ,  $k=383$ .

Hər iki şəkildən görünür ki, qrafiklər müsbət oblastda yerləşirlər və temperaturun artması ilə form faktorun qiyməti azalır və nəhayət temperaturun  $T=0.20\text{MeV}$  qiymətində sifira yaxınlaşır.

## XÜLASƏ

Beləliklə, biz həyəcanlaşmış halda olan vektor mezon form faktorunun temperatur asılılığını qurmaqla müəyyən etdik ki, Havking temperaturuna yaxın temperaturda, təqribən  $T=221\text{MeV}$  temperaturda form faktorun qiyməti sifra yaxınlaşır. Bu onu göstərir ki, həmin temperatura qədər zərrəciklər qarşılıqlı təsirdə olur. Daha yuxarı temperaturda qrafikin sonsuzluğa getməsi isə mezonların tamamilə dağılıb, quark-qlion plazma halının yarandığı, qarşılıqlı təsirlərin olmadığı mühiti göstərir.

1. B.Berenstein, J.Maldacena, H.Nastase. *Strings. In flat space and pp waves from  $N=4$  Super Yang Mills*, JHEP, (2002) 0204013.
2. Z.Abidin, C.Carlson. *Nucleon electromagnetic and gravitational form factors from holography*, Phys. Rev. D, **79** (2009) 115003.
3. Z.Abidin, C.Carlson. *Gravitational Form-factors of vector mesons in an AdS/QCD model*, Phys. Rev. D, **77** (2007) 095007.
4. H.Ahn, D.Hong, C.Park, 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 al. *Axial Nucleon form factors from lattice QCD*, Rev. Phys D, **83** (2011) 045010.
6. T.Aliev, A.Ozpineci, M.Savci, 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*, Phys.Rev., **73** (2006) 107901.
8. I.Anikin, V.Braun, N.Oßen. *Axial form factor of the nucleon at large momentum transfers*, Phys. Rev., **3** (2016) 034011.
9. S.Brodsky, G.Teramond. *Hadronic Spectra and Light-Front Wave functions in Holographic QCD*, Phys. Rev. Lett., **96** (2006) 201601.
10. S.Brodsky, G.Teramond, H.Dosch, J.Erlich. *Light-Front Holographic QCD and Emerging Confinement*, Phys.Rept., **584** (2015) 1-105.
11. N.Huseynova, ShahinMamedov.  *$\rho$  meson-nucleon coupling constant from the soft-wall AdS/QCD model*, (2015) 1408.
12. Th.Gutsche, E.V.Lyubovitskij, I.Schmidand, A.Yu.Trifonov, Th.Gutsche. *Baryons in a soft-wall AdS-Schwarzschild approach at low temperature*, Phys.Rev., **99** (2019) 114023.
13. Th.Gutsche, V. E.Lyubovitskij, I.Schmidand, A.Yu.Trifonov, Th.Gutsche. *Mesons in a soft-wall AdS-Schwarzschild approach at low temperature*, Phys. Rev., **99** (2019)054030.

## FORM FACTOR OF EXCITED VECTOR MESON AT FINITE TEMPERATURE

N. A. NASIBOVA

The temperature dependence of the vector meson's form factor has been considered in the framework of the soft-wall model of AdS/QCD. The temperature dependence graph of vector meson form factor has been plotted.

## ФОРМ ФАКТОР ВОЗБУЖДЕННОГО ВЕКТОР МЕЗОНА ПРИ КОНЕЧНОЙ ТЕМПЕРАТУРЕ

Н.А.НАСИБОВА

Рассмотрена температурная зависимость форм фактора возбужденного вектор мезона в модели мягкой стены АДС/КХД. Построен график температурной зависимости форм фактора возбужденного вектор мезона.