

3. félévi beszámoló
Eötvös Loránd Tudományegyetem
Fizika Doktori Iskola
Részecskefizika és Atommagfizika Program

Szigeti Balázs Endre
e-mail: szigeti.19968@gmail.com

Témavezető: Dr. Fejős Gergely (ELTE Atomfizikai Tanszék)
A dolgozat címe: Funkcionális renormálási csoport alkalmazása alacsony energiás effektív elméletekben

1. Kutatási tevékenység

A félév során tovább vizsgáltuk a nukleáris gáz-folyadék fázisátalakulást királis paritás dublett modellben [1]. A kutatásom célja a mezonikus fluktuációk hatásának vizsgálata a fázisátalakulásra. A probléma megoldása során a legnagyobb nehézséget az jelenti, hogy nem ismerjük a rendszert leíró Wetterich-flow egyenlet kezdeti és peremfeltételeit UV ($k = \Lambda$) skálán [2].

A kezdeti feltételek kereséséhez felhasználtam a vákuum taggal kiegészített átlagtérközelítésből kapott eredményeket [3]. Az átlagtérelméleti közelítésben feltesszük, hogy a potenciál alakja UV skálán

$$U_{UV}(\sigma) = \frac{m_\Lambda^2}{2}\sigma^2 + \frac{\lambda_\Lambda}{24}\sigma^4 + \frac{\gamma_\Lambda}{\Lambda^2}\sigma^6 + \frac{\delta_\Lambda}{\Lambda^4}\sigma^8 - m_\pi^2 f_\pi \sigma, \quad (1)$$

ahol $m_\Lambda^2, \lambda_\Lambda, \gamma_\Lambda, \delta_\Lambda$ szabad paraméterek. Ezen paraméterek meghatározásához felhasználjuk nagykanonikus potenciál infravörös limitben kapott alakját $T = 0$ -n:

$$\Omega_{k=0} = U_{UV}(\sigma) + \frac{N_s N_f}{16\pi^2} \sum_{\pm} \left[\int_0^\Lambda \frac{k^4}{\sqrt{k^2 + m_\pm^2}} - \int_0^{k_f^\pm} \frac{k^4}{\sqrt{k^2 + m_\pm^2}} \right] - \frac{1}{2} m_\omega^2 \bar{\omega}_0^2 \quad (2)$$

ahol az $m_\pm = \frac{1}{2}(\sqrt{(h_1 + h_2)^2 \bar{\sigma} + 4m_0^2} \pm (h_1 - h_2)\bar{\sigma})$ a nukleon és paritás partnerének tömege, a k_f^\pm pedig a hozzájuk tartozó Fermi-impulzus, a μ a kémiai potenciál és az $\bar{\omega}_0$ az ω vektormezon várható értéke átlagtérközelítésben.

A szabad paraméterek meghatározásához felhasználtam a szaturációs maganyagra vonatkozó ismert kísérleti adatokat a kötési energiára (E_0), Landau-tömegre (m_L) és szaturációs sűrűsége (n_0), illetve az $N(939)$ nukleon, $N(1535)$ rezonancia és $m_\sigma, m_\pi, m_\omega$ mezon tömegeket. A paritás dublett modell sajátossága, hogy az m_0 paraméter, amely megjelenik a (mirror-)nukleon tömeg kifejezésekben, a kísérleti adatok segítségével nem meghatározott és értéket szabadon megválaszthatjuk a Landau-tömeg függvényében viszonylag nagy tartományon. A korlátot az jelenti, hogy fizikai megfontolások alapján azt várjuk, hogy $\mu = \mu_c$ kritikus kémiai potenciálon kizárólag a pozitív paritású nukleonok adjanak járulékot a szaturációs sűrűségben, amely a következő feltételhez vezet:

$$2m_0 \sqrt{\frac{m_+ m_- - m_0^2}{(m_+ + m_-)^2 - 4m_0^2}} < m_L < m_0 \quad (3)$$

Kiindulva az átlagtérközelítésből kapott U_{UV} potenciál alakjából szeretnénk megoldani a paritás dublett modellre vonatkozó Wetterich-flow egyenletet zérus hőmérsékleten, $\mu = \mu_c$ kémiai potenciálon [4,5].

$$\partial_k U_k = \frac{k^4}{12\pi^2} C \left(\frac{1}{E_\sigma} + \frac{3}{E_\pi} \right) + \frac{2k^4}{3\pi^2} \sum_{\pm} \frac{\Theta(E_{\pm} - \bar{\mu})}{E_{k,\pm}} \quad (4)$$

az egyenletben szereplő $E_{\sigma,\pi}^2 = k^2 + m_{\sigma,\pi}^2$, ahol $m_{\pi,\sigma}$ a megfelelő görbületi tömeg kifejezések. A megoldás keresésénél azt a módszert alkalmaztam, hogy a C szorzófaktorral fokozatosan vesszük figyelembe a mezonok hatását. A $C = 0$ esetben visszkapjuk a vákuumtaggal kiterjesztett átlagtérközelítést, míg $C = 1$ esetben a mezonok teljes hatását figyelembe véve, megkapjuk az egzakt Wetterich-egyenletet. Kezdetben kis C értékeknél vizsgáljuk a potenciál alakját az infravörös limithez közeli k_{end} értékekre. A folyamatos során fokozatosan növeljük a C értékét, miközben a kezdeti paramétereket úgy változtatjuk, hogy az infavörös limithez közel visszakaphassunk egy a maganyagot leíró effektív potenciált.

2. Tanulmányok

A félév során a következő kurzust végeztem el jeles eredménnyel

- FIZ/3/050E - Soktestprobléma II.

3. Oktatási tevékenység

A félév során a következő tárgyak oktatásában vettem részt:

- Korszerű számítástechnikai módszerek a fizikában 2. előadás (korszam2f19va)
- Atomok, atommagok és elemi részecskék fizikája gyakorlat (atomreszf19va)

4. Konferencia részvétel

A félév során a IAU Symposium 363 - Neutron Star Astrophysics at the Crossroads: Magnetars and the Multimessenger Revolution konferencián vettem részt poszterrel. Ezen kívül részt vettem a "22nd Zimányi School, Winter Workshop on Heavy Ion Physics" iskolán is.

5. Referenciák

1. Szigeti Balázs Endre, 1. félév beszámoló, <https://bit.ly/2TPVn10>
2. Szigeti Balázs Endre, 2. félév beszámoló,
3. J. Weyrich, N. Strodthoff, and L. von Smekal Phys.Rev.C 92, 015214 (2015)
4. S.Floerchinger and C. Wetterich, Nucl.Phys.A 890-891 (2012) 11-24
5. J. Berges; N. Tetradis; C. Wetterich, Phys. Rep., 363 (4–6): 223–386, (2002.)