2. félévi beszámoló

Vona István

(vona.istvan@wigner.mta.hu)

Részecskefizika és csillagászat PhD program

Témavezető: Bajnok Zoltán

Az integrálható kvantumtérelméletek megoldására, vagyis a szórásmátrix és a lokális operátorok impulzus-sajátállapotok közötti mátrixelemeinek, a *form-faktoroknak* a meghatározására létezik eljárás.

Ugyanez a program, ha az egyetlen térdimenzió kompaktifikált ("véges térfogat"), még nincs teljesen befejezve. Ekkor a form-faktorokat megpróbálhatjuk kifejezni a végtelen térfogati megfelelőjükkel. Operátor várhatóértékek esetére létezik ilyen, sor alakban előállítható megoldás (*Leclair-Mussardo formula*), a nem-diagonális mátrixelemek esetére azonban még nem.

Előzmények

A kutatási tervemben az MSc diplomamunkám folytatásaként az integrálható kvantum-térelméletek Leclair-Mussardo formulájával analóg, *nem-diagonális form-faktorok* egzakt véges-térfogati viselkedését leíró sor meghatározását tűztük ki célul. [1]

Kutatási tevékenység

A véges térfogati form-faktorok [2] tanulmányban tárgyalt, - ún. Lüscher-féle, a térfogatban (L) vezető exponenciális korrekciója a következő alakú:

$$\langle \vartheta_1,\ldots,\vartheta_N|\mathcal{O}|\theta_1,\ldots,\theta_M\rangle_L = \frac{F_{M+N}(\{\vartheta+i\pi\},\{\theta\})+\delta^{(1)}F_{M+N}(\{\vartheta+i\pi\},\{\theta\})}{\sqrt{\prod_{i<j}S(\vartheta_j-\vartheta_i)\rho_M(\{\vartheta\})\prod_{i<j}S(\theta_i-\theta_j)\rho_N(\{\theta\})}}+\mathcal{O}(e^{-2mL}),$$

ahol az azonos típusú, m tömegű részecskék $\{\theta\}=\theta_1,\ldots,\theta_N$ rapiditásait az $\epsilon_N(\theta_i)=2\pi i(n_i+1)$ TBA-egyenletek határozzák meg[1]; $F_{M+N}(\{\vartheta+i\pi\},\{\theta\}) = \langle\vartheta_1,\ldots,\vartheta_N|\mathcal{O}|\theta_1,\ldots,\theta_M\rangle_{L=\infty}$ a végtelen térfogati form-faktor, a ρ_N állapotsűrűség pedig a $[G_N(\{\theta\})]_{ij}=-i\partial_j\epsilon_N(\theta_i)$ ún. Gaudin-mátrix determinánsa. A korrekció konkrét alakja

$$\delta^{(F)}F_{N+M}(\{\vartheta+i\pi\},\{\theta\}) = \int_{-\infty}^{\infty}\frac{dv}{2\pi}F^r_{N+M+2}(v+i\pi,\{\vartheta+i\pi\},v,\{\theta\})e^{-mL\cosh v}\propto\mathcal{O}(e^{-mL}),$$

ahol

$$F^r_{M+N+2}(v+i\pi,\{\vartheta+i\pi\},v,\{\theta\}) = \lim_{\epsilon\to 0}\{F_{M+N+2}(v+i\pi+\frac{\epsilon}{2},\{\vartheta+i\pi\},v-\frac{\epsilon}{2},\{\theta\})- \\ -\frac{i}{\epsilon}(\prod_{i=1}^{M}S(\vartheta_i-v)-\prod_{j=1}^{N}S(v-\theta_j))\}$$

a form-faktorok kinematikai pólusát nem tartalmazó regulált rész.

[1] Itt az egzakt TBA-egyenletek helyett elég csupán azok $\mathcal{O}(e^{-mL})$ rendig érvényes változatát venni.

A félév során a véges térfogati form-faktorok következő, $\mathcal{O}(e^{-2mL})$-rendű formuláját határoztam meg a kétpont-függvényre vonatkozó ismert sor [3] szisztematikus (spektrál-)kifejtésével.

Az így kapott formula hasonlóan regulált form-faktorok $e^{-mL\cosh v}$ súlyokkal vett integráljait tartalmazza. Ennek ellenőrzéseként az első rendben fennálló, ún. Lüscher-féle F- és μ-tagok közötti kapcsolatot próbáltam igazolni. Ez a kapcsolat [2]-ben a fenti $\mathcal{O}(e^{-mL})$ rendű formula ellenőrzésére szolgált, mivel konzisztensen működött a többrészecske állapotok energiájára, és a form-faktorokra is.

Ugyanez másodrendben problematikusnak bizonyult már az energia esetén is. Először ennek tisztázására fordítottam időt, azonban a félév végéig nem sikerült a befejezés. Reményeim szerint a másodrendű formula ily módon történő ellenőrzése után, a teljes sor alakja megsejthető lesz.

Publikáció

Témavezetőmmel "Exact finite volume expectation values of conserved currents" címmel jelent meg cikkünk a Physics Letters B folyóiratban [4].

Tanulmányi tevékenység

A regisztrációs időszakban egy, a firenzei Galileo Galilei intézet által szervezett statisztikus térelméleti iskolán vettem részt (`http://theory.fi.infn.it/SFTschool/`), ahol főként konform térelméletről, ill. a térelmélet topológiai vonatkozásairól esett szó a szilárdtestfizikában.
A félév során az alábbi tárgyakat halgattam:

- Haladó térelmélet
- Sztandard modell
- Szolitonok és insztantonok III.

References

[1] I. Vona, "1. felevi beszamolo." `https://physics.elte.hu/media/36/ca/733a198a819564e3265aaf4abdf6dd8532f5a4ad94047bb547721fadd83b/PHYS_Vona_1.pdf`, 2019.

[2] Z. Bajnok, M. Lajer, B. Szepfalvi, and I. Vona, "Leading exponential finite size corrections for non-diagonal form factors," *JHEP* **07** (2019) 173, `arXiv:1904.00492 [hep-th]`.

[3] B. Pozsgay and I. M. Szécsényi, "LeClair-Mussardo series for two-point functions in Integrable QFT," *JHEP* **05** (2018) 170, `arXiv:1802.05890 [hep-th]`.

[4] Z. Bajnok and I. Vona, "Exact finite volume expectation values of conserved currents," *Physics Letters B* (2020) 135446.