

Bírálat Bajnok Zoltán
Integrálható modellek és az AdS/CFT megfeleltetés
című MTA doktori dolgozatáról

1. 1. A két téridő-dimenziós, esetenként konform szimmetriával vagy integrálhatósági tulajdonsággal rendelkező kvantumtérelméletek fontos szerepet játszanak mind a statisztikus fizikában (pl. kvázi-egydimenziós anyagok fizikája, lokális szennyeződések leírása, kvantum Hall-effektus), mind a húrelméletben. Az alacsonydimenziós integrálható modellek nemcsak kiváló kvantumtérelméleti gyakorlóterepként szolgálnak, hanem a peremmel rendelkező vagy véges méretbe szorított modellek nemperturbatív vizsgálatának kiindulópontjaként is szolgálhatnak. A véges méretben történő kvantumtérelméleti vizsgálódás pedig a nanotechnológia előretörésével még saját jogán is fontos szerepet játszhat az elkövetkezendő időkben. De a manapság nagy népszerűségnek örvendő AdS/CFT megfeleltetés "húroldalán" is előjön (a planáris limeszben) egy véges méretbeli integrálható modellel való leírás, ezáltal pedig a konkrét számolás lehetősége, mely alátámaszthatja az AdS/CFT sejtést vagy épp szűkítheti annak érvényességi körét

Az értekezés kétdimenziós integrálható kvantumtérelméletekkel foglalkozik az "önmegoldó módszer" (ami a "bootstrap" szerző általi magyarázata) keretein belül, e módszert terjeszti ki peremes és véges méretbeli modellekre, azaz a véges méretből jövő korrekciók származtatását mutatja meg, és alkalmazza is az AdS/CFT sejtés egy határesetében.

2. A dolgozat első fejezete bevezetés, amely röviden összefoglalja az előzményeket és a célkitűzéseket, ismerteti a dolgozat koncepcióját és felépítését.

A második fejezetben a periodikus peremfeltétellel rendelkező integrálható modellekkel foglalkozik a szerző. Ennek első részében a klasszikus integrálható modelleket a sine-Gordon modell példáján mutatja be. A második rész az integrálható modellek perturbatív és önmegoldó kvantálását taglalja, majd az utóbbi keretben az alaktényezőkre és a korrelációs függvényekre vonatkozó megoldásokat ismerteti. A harmadik részt a véges térfogatbeli kvantumtérelméletnek szenteli a szerző. Megismerjük az impulzuskvantálódást leíró Bethe–Yang egyenleteket, az alapállapot polinomiálisan és a mérettel exponenciálisan lecsengő ún. Lüscher korrekcióját és ezek általánosítását sokrészecske-állapotokra. A negyedik rész egy alkalmazást mutat be, véges méretbeli AdS/CFT-ben a Konishi operátor anomális dimenziója mint véges méretbeli integrálható modellbeli kétrészecskeállapot általánosított Lüscher korrekciójaként számolható.

A harmadik fejezet a peremes integrálható modellekről szól. Ennek első részében a klasszikus tárgyalást a sine-Gordon modellen keresztül mutatja be a szerző. A második rész a peremes modellek kvantumtérelméletét tárgyalja, melyben a perturbatív és az önmegoldó kvantálást ismerteti először a szerző; az utóbbin belül a reflexiós mátrix tulajdonsága és ennek sinh-Gordon és Lee–Yang modellbeli alakja kapja a fő hangsúlyt. Ezután a peremes alaktényezőkre vonatkozó önmegoldó program és a sinh-Gordon és Lee–Yang modellekben a megoldások leírását kapjuk. A harmadik rész a véges térfogatbeli peremes kvantumtérelméleteket tárgyalja, az impulzuskvantálást leíró Bethe–Yang egyenleteket, az alapállapot energiája Lüscher korrekcióját illetve ennek egzakt leírását peremes TBA-nak neve-

zett nemlineáris integrálegyenlettel.

A negyedik fejezet az eredmények tömör összegzését adja, valamint kitekintésként egy rövid áttekintést is kapunk ezen eredmények alkalmazásairól, hasznosulásairól. A dolgozatot egy rövid, technikai függelék zárja.

3. A disszertáció szerkezete áttekinthető, nyelvezete világos; mi több a szerző törekedett arra, hogy eddig a magyar nyelvű szakirodalomban le nem fordított, de elterjedt fogalmakra frappáns magyar kifejezéseket találjon.

A szerző célkitűzésének megfelelően az igen jól strukturált dolgozat biztos kézzel vezeti végig az olvasót a szerző által kutatott területeken, s eközben az olvasó ugyan nem részletes, de tiszta képet kap az elért eredményekről is. A dolgozathoz nyilvánvaló, hogy a szerző nemcsak otthonosan mozog a integrálható modellek számos válfajában, hanem kiváló intuitív képességekkel is rendelkezik a témakörben (ld. pl. a sokrészesecsés állapotok általánosított Lüscher korrekciójára vonatkozó sejtést), aminek birtokában ráadásul fontos alkalmazások (ld. AdS/CFT témakör) is születtek.

A dolgozat talán egyetlen, nem lényeges hiányossága, hogy a témakör és a szerző eredményeinek köre nem válik élesen szét, így jelen bírálónak a szerző cikkeit is gyakorta forgatnia kellett.

A tézisekben a szerző öt pontban foglalja össze új tudományos eredményeit, melyeket az olvasó valóban megtalálhat a szerzőnek kilenc, az összefoglalóban megjelölt, nemzetközi folyóiratban (társzerzőkkel közösen) publikált cikkében.

Ezeket olyan hiteles tudományos eredményeknek ismerem el, melyeket elegendőnek tartok az MTA doktori cím megszerzéséhez. Személy szerint kiemelném a sokrészesecsés állapotokra általánosított Lüscher korrekcióra vonatkozó formulát, melyet igen fontos, a témakörön belül meghatározó eredménynek tartok.

4. Kérdéseim a következők:

- Milyen kvalitatív (esetleg kvantitatív) eredményt vár a szerző az AdS/CFT megfeleltetésből a való világ erős kölcsönhatásának, a QCD-nek leírásában?
- A szerző megítélése szerint mi az oka annak, hogy egy véges méretű rendszer leírásánál a végtelen rendszerből kiinduló, ahhoz végesméret (akár a méretben exponenciálisan kicsi) korrekciókat számoló közelítés ilyen domináns szerepet játszhat a direkt véges méretben megfogalmazott modell "megoldása" (pl. energiaspektrum kiszámolása) mellett/helyett? Mert ilyen "megoldás" nincs is, csak esetleg numerikusan?

5. A fentiek alapján, a kérdéseimre adott válaszoktól függetlenül, a doktori értekezés nyilvános vitára bocsátását és annak elfogadását javasolom.

Vecsernyés Péter