

A bírálóbizottság értékelése

Nagy Sándor doktori értekezésében a funkcionális renormálási csoport módszer alkalmazásával az elmúlt húsz évben elért tudományos eredményeit ismerteti, amelyek skaláris modellek infravörös viselkedésének, a gravitáció Einstein-Hilbert elmélete aszimptotikus biztonságosságának, valamint a valós idejű alkalmazásokban adódó nem-lokális kölcsönhatásokkal jellemzett nyílt kvantumrendszerek tanulmányozása során születtek. A szerző téziseit négy témakörben, összesen 14 alpontra foglalta össze, felhasználva 4 egyszerűs és 24 kevés szerzős, magas színvonalú nemzetközi folyóiratokban megjelent publikációit.

A funkcionális renormálási csoport eljárást a szerző a perturbatív renormálási csoporttal szembe állítva fogalmazza meg. Elsősorban a wilsoni megközelítésen alapuló Wegner-Houghton egyenlet módszerét használta, ennek eredményeit alkalmanként összevetette a manapság szélesebb körben használt, az effektív hatás evolúcióját leíró Wetterich-egyenlet eredményeivel.

A tézispontok első csoportjában a renormálási csoportot skalárelméletek (2D sine-Gordon modell és kiterjesztései, valamint a 3D Φ^4 modell) fázisdiagramjainak jellemzésére alkalmazta. Fő eredménye a *kvantum cenzúra* jelenségének felismerése, ami frappáns elnevezése annak a tapasztalásnak, hogy a Wegner-Houghton egyenlet alkalmazásakor a szimmetriasértett fázis határán az evolúció egy véges skálán leáll, az IR fixpont nem érhető el a spinodális instabilitás miatt. A tömeges sine-Gordon modell fázisainak vizsgálatára bevezette az érzékenységi mátrixot, ami az IR csatolások érzékenységét mutatja a kiinduló UV csatolás értékének függvényében.

A tézispontok második csoportja a skalártérelméletek infravörös fixpontjára vonatkozik. A sine-Gordon és réteges sine-Gordon modellben, valamint a 2D $O(2)$ modellben végtelen rendű, a tömeges sine-Gordon és D-dimenziós $O(N)$ modellben másodrendű fázisátalakulást talált. Az utóbbinál vizsgálta a funkcionális renormálási csoport módszerrel kapott exponenseket, amikről megmutatta, hogy egyeznek az irodalmi eredményekkel.

Harmadik témaként a gravitáció kvantumelméletének egyik fő alternatíváját jelentő, aszimptotikusan biztonságos (AB) szcenáriót vizsgálta. Megmutatta, hogy a szimmetriasértett fázisban fellép egy vonzó IR fixpont, ami másodrendű fázisátalakuláshoz tartozik. Megmutatta, hogy a regulátor függvényében a Reuter fixpontban a korrelációs hossz viselkedését jellemző v kritikus exponens értéke, de akár előjele is változhat, így az AB gravitáció modellje lényegében tetszőleges jóslatot adhat a fixpontra vonatkozóan. Meghatározta a konform redukált AB gravitáció modell fázisszerkezetét, egy bilokális tagot véve figyelembe a Wegner-Houghton egyenletbe, amely a hullámfüggvény renormálásának helyére lép.

A tézispontok utolsó csoportjában kidolgozta a renormálási csoport módszer egyenleteit zárt időtengelyes (CPT) formalizmusra, amelyek így már valós idejű viselkedés tárgyalására is alkalmasak. Megállapította, hogy a környezeti szabadsági fokok infinitezimális rétegére történő integrálás összefonódást hoz létre a két időtengelyen definiált térváltozók között. Emiatt az új módszert *kvantum renormálási csoportnak* nevezte el. Az összefonódás egyszerűsített figyelembevételére javasolta a két térváltozótól egyidejűleg függő bilokális potenciál bevezetését. Megmutatta, hogy az alkalmazott, kevésbé standard eljárás komplex csatolásokra és az alkalmazott evolúciós egyenlettől függő következtetésekre vezet. E témakörben folytatott

kutatási tevékenysége a nyílt kvantumtérelméletek valós időbeli fejlődésének nem-perturbatív tárgyalási módszerét kereső, úttörő próbálkozásként értékelhető.

Nagy Sándor tézisei közül a bírálók és a bizottság az első két témakör 6 tézisét teljes egészében, a harmadik témakör 3.1 és 3.3, továbbá a negyedik témakör 4.1 tézisét új és eredeti megközelítést tükröző tudományos eredményekként fogadja el, míg a 3.2, 3.4, 3.5, továbbá a 4.2 és 4.3 téziseinek alapját adó speciális modellszámításokra alapozott következtetéseit értékes tudományos igényű sejtésekként értékeli, amely konklúziók univerzális érvényességét tovább kell vizsgálni. Megállapítható, hogy a kvantumgravitációhoz kapcsolódó nemzetközileg elismert kutatási munkássága egyedülálló értéke a hazai elméleti fizikának.