

Első féléves PhD-beszámoló

Máté Mihály

ELTE Fizika Doktori Iskola

Anyagtudomány és szilárdtestfizika program

témavezető: Legeza Örs

MTA Wigner Fizikai Kutatóközpont

Bevezetés

A PhD-kutatómunkám az első félévben az MSc-kutatómunkámra épít. Ez utóbbi keretein belül megtanultam a sokrész-korreláció, a mátrixszorzat-állapot (MPS) reprezentáció, a sűrűségmátrixos renormálásicsoport-algoritmus (DMRG) és a bilineáris-bikvadratikus spinmodell elméleti alapjait, valamint numerikus számításokat végeztem a bilineáris-bikvadratikus modellre. Saját magam implementáltam az MPS alapú korrelációk kiszámítására vonatkozó algoritmusokat, illetve futtattam a numerikus DMRG-számításokat, és végeztem el a kiértékeléseket.

A kutatási program több egymásra épülő részfeladatból áll, és tartalmaz elméleti ismeretanyag elsajátítását, algoritmikus kódfejlesztést, valamint numerikus szimulációk elvégzését. A vizsgálni kívánt rendszerek korrelációs és összefonódottsági struktúráinak meghatározásához a kvantuminformáció-elmélet számos összefüggésének kidolgozását és implementálását is el kell végezni.

Az aktuális félévben elvégzett kutatások ismertetése

A feladatom a megkezdett kutatómunka folytatása volt. Első lépés az általam implementált MPS alapú függvénykönyvtár optimalizálásával foglalkoztam, mivel a korábbi verzió csak kisebb rendszerek vizsgálatát tette lehetővé a nagyon hosszú futásidők és nagy memóriaigény miatt. Mint minden mennyiség, így a korrelációs függvények számítása során is kulcskérdés a tenzorhálózat elemeinek (többindexes mennyiségek) kontrakciós (szorzási) sorrendje. Valamint korrelációs függvények lecsengésének számításához szintén fontos a már kiszámolt *prekontrakciók* megfelelő kezelése, letárolása. Ennek a problémának a körüljárásához szervesen kapcsolódott egy novemberi Gentben rendezett téli iskola.

Végig alapvető követelmény volt az általam fejlesztett algoritmusok kompatibilitása és összeillesztése a már meglévő programcsomaggal. Ezért elkezdtem a rutinok *kvantumszám-dekomponált* változatát fejleszteni. Ugyanis az általam implementált eljárások jelenleg az operátorok teljes mátrixméreteivel dolgoznak, míg a DMRG-algoritmusban a mátrix- és tenzoralképzést az operátorok kvantumszám szerint felbontott alakjával lehet csak hatékonyan

elvégezni.

Ezen felül bekapcsolódtam különféle *topologikus fázisok* vizsgálatába a periodikus Anderson-modell és a topologikus Kondo-szigetelők témakörében. E területeken ezidáig a vonatkozó irodalmat tanulmányoztam, a frissen megjelent cikkeket és a DMRG-ben implementált modellfájlokat. Ez utóbbin végrehajtottam a szükséges változtatásokat, hogy létraszerű modellekre is lehessen számításokat végezni.

A kutatócsoportban több külföldi kutató is eltöltött egy hetet, illetve egy hónapot, így részt vettem a szakmai megbeszéléseken és konzultációkon is.

Publikációk

Az MSc-s diplomamunkámban kitűzött problémafelvetés kiegészítve a jelen félévben végzett numerikus fejlesztésekkel publikáció alapját fogja képezni. A publikáció elkészítése folyamatban van.

Tanulmányi tevékenység az aktuális félévben

A félévben két tárgyat hallgattam, melyek szorosan kapcsolódnak a kutatómunkámhoz. Az ELTE-n a *Topologikus szigetelők* c. tárgy a szilárdtest-fizika új, gyorsan fejlődő területébe adott betekintést; a BME-n (Matematikai Intézet Analízis Tanszékén) meghirdetett *Kvantum-információelmélet* c. tárgy a témakör alapvető összefüggéseinek matematikailag precíz megfogalmazását tárgyalta. A BME-s kurzus képzésében való elfogadtatása folyamatban van.

Hogy a szilárdtest-fizika és a statisztikus fizika más részterületeiről naprakész információt szerezzek, rendszeresen látogatom a Wigner FK Szilárdtest-fizikai Intézet szemináriumait, valamint topologikus rend témában Asbóth János által szervezett tanulószeminárium alkalmait. Augusztusban pedig szintén a Wigner FK-ban megrendezett *Topological properties in quantum magnets* workshop előadásain vettem részt.

Konferenciák az aktuális félévben

Augusztus 7-14. között Torinóban tartottam előadást az évente megrendezett *International Conference of Physics Students* eseményen.

November 6-10. között Gentben megrendezett *European Tensor Network School* rendezvényen mélyítettem el a munkám egy részéhez szükséges elméleti és numerikus ismereteket. A konferencia keretei között poszterrel mutattam be a kutatási eredményeimet. E rendezvény előkészítette a február 19-23. közötti marburgi *Numerical Methods for Strongly Correlated Quantum Systems* téli iskolát, mely költségeit részben az ELTE Tehetséggondozási Tanács támogatása, részben a Wigner FK utazási pályázata fogja fedezni.

telefon: +36-30/325-6105
web: *matemihaly.web.elte.hu*

e-mail: *mate.mihaly@wigner.mta.hu*
matemihaly@caesar.elte.hu

Szakmai közéleti tevékenység

Szeptemberben felvételt nyertem a ELTE Bolyai Kollégiumba, melynek keretében heti rendszerességgel veszek részt interdiszciplináris előadásokon, valamint szakmai szemináriumon. A félév első szakszemináriumán én tartottam előadást, melyben bemutatóként beszéltem a BSc-s témámról, valamint mostani kutatási területemről.

A decemberben megrendezett kari Fizikai Tudományos Diákköri Konferencia szervezésében segítettem.

Ösztöndíjak

- Wigner Konferencia Utazási Pályázat (150 eFt)
- ELTE Tehetséggondozási Tanács utazási támogatása (100 eFt)

Máté Mihály



Budapest, 2018. január 15.