

Doktori beszámoló

2. félév

Veszeli Máté Tibor
témavezető: Vattay Gábor

2018. június 21.

1. Kutatási tevékenység

A félév során továbbra is nyílt kvantumrendszereket vizsgáltam elméleti és numerikus oldalról. A cél a D-Wave rendszer lemodellezése, és annak analízise volt. Ez felfogható, mint egy Ising-modell, amihez természetes módon, kvantummechanikai megfontolásokból dinamikát lehet társítani, amit egy master egyenletbe lehet írni.

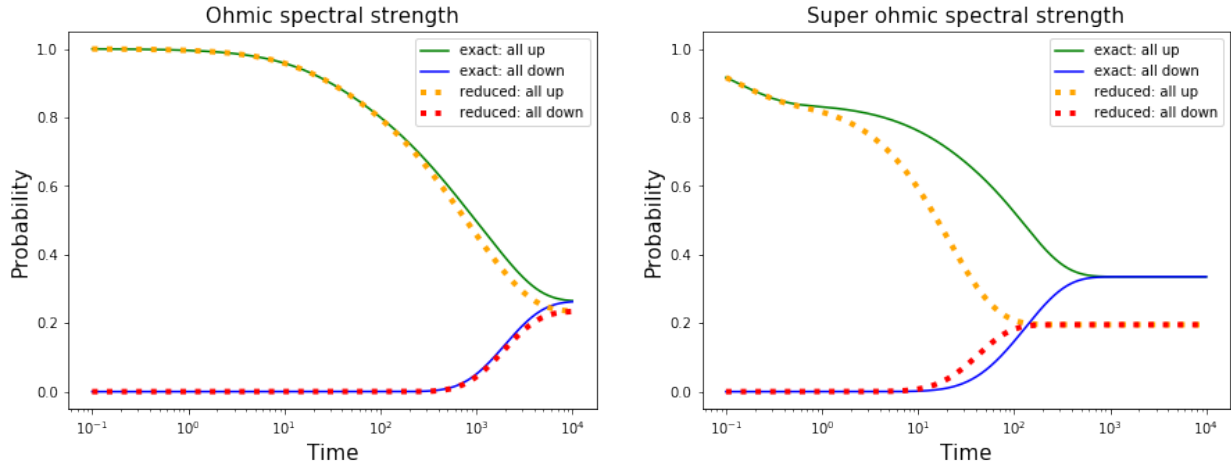
$$\dot{P}_{\mathbf{S}} = \sum_{\mathbf{S}'} M_{\mathbf{S}\mathbf{S}'} P_{\mathbf{S}'} \quad (1)$$

Az irodalomban kétféle termikus fürdőt szoktak vizsgálni: az ohmikus, ami a fononokkal való kölcsönhatásnál kerül elő, és a szuper ohmikus, ami a fotonoknál. Egy releváns kérdés, hogy hogyan változik a relaxációs idő a hőmérséklet függvényében. Az $M_{\mathbf{S}\mathbf{S}'}$ mátrixnak mindig van egy 0 sajátértéke, ami az egyensúlyi Boltzmann-eloszláshoz tartozik, és a többi sajátértéke negatív, mert a rendszer relaxál. A relaxációs idő a nullát követő legkisebb abszolútértékű sajátérték reciproka. Azt várjuk, hogy fázisátalakulás környékén kritikus lelassulást tapasztalunk. A nehézséget az okozza, hogy N spinnél az állapotok száma 2^N , így egy érdekesebb rendszernél már kezelhetetlenül sok a szabadsági fokok száma. Szükség van effektív elméletre, ami a jelenség lényegét megfogja. Levezettem egy egyenletrendszert, ami a $P_{\mathbf{S}}$ változók helyett a $\langle S_{i_1} \dots S_{i_n} \rangle$ momentumokkal dolgozik, ami az átlagtér közelítésnél csupán a várhatóértékekre ad egyenleteket, és stabilitás analízisre elviekben alkalmas, azaz a fázisátalakulást mutatni tudja. Az ohmikus, és a szuperohmikus esetben azonban nagyban különböző kritikus hőmérsékletet kaptam, amit sajnos nem sikerült megmagyaráznom.

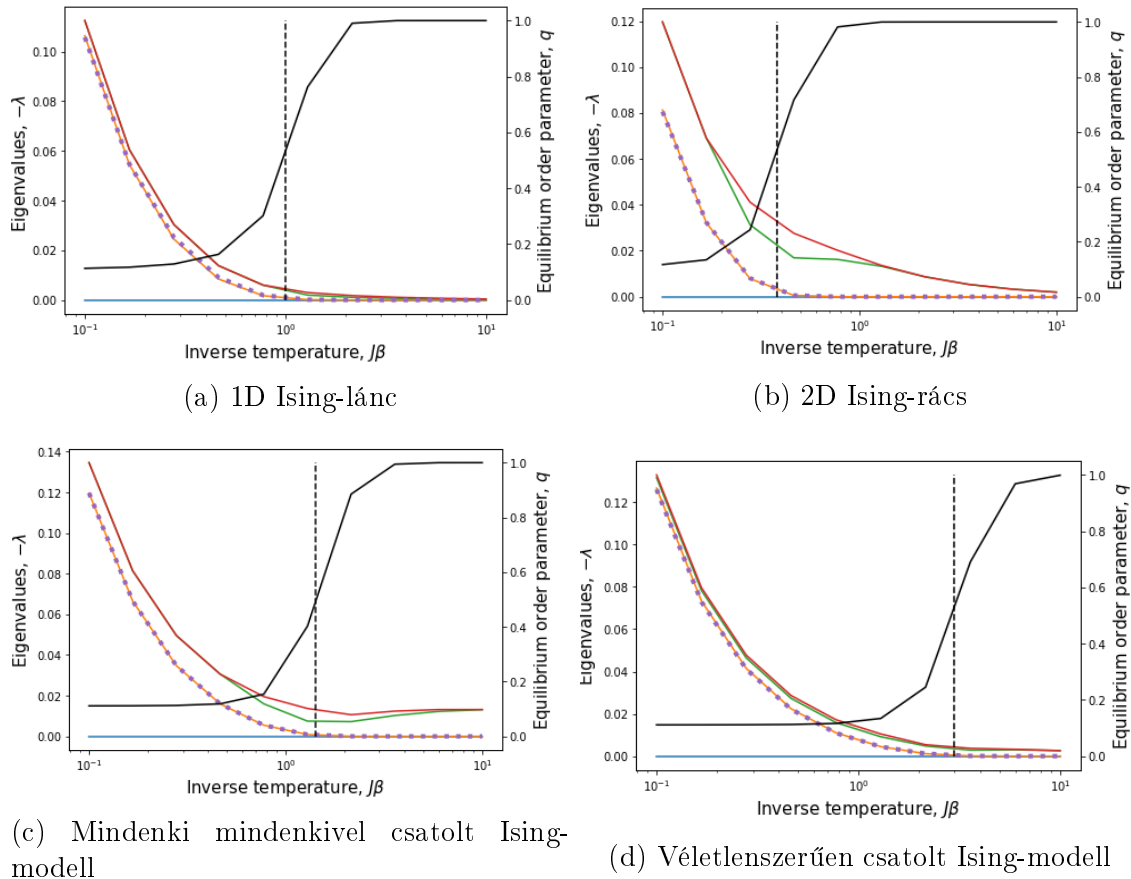
Egy másik módszert sikerült kifejleszteni, ami a legkisebb hatás elvére hasonlít, és ezzel a 2^N változós egyenletet sikerült leredukálnom egy $N + 1$ változós master egyenletre. Az 1. ábrán látszik, hogy az ohmikus esetben itt is jobban vissza lehet kapni az egzakt eredményeket. A lényeges különbséget az adja, hogy az ohmikus spektrális erősség monoton növekvő függvény, míg a szuperohmikus nem monoton és 0-ban 0. Ebből adódóan lehetnek instabil egyensúlyi fixpontjai, amik újabb 0 sajátértékeket eredményeznek.

Ohmikus esethöz a 2. ábrát vizsgálva azt tapasztaljuk, hogy az effektív elmélet jól visszaadja a releváns dinamikát, és a relaxációs időt. A relaxációs idő a kritikus ponthoz közeledve gyorsan 0-hoz tart ami a kritikus lelassulás jele.

1D Ising, Number of spins = 10, $\beta = 1.00$



1. ábra. **1D Ising-modell időfejlődése** A folytonos görbe az egzakt időfejlődést mutatja, a szaggatott a redukált elméletből számoltat.



2. ábra. **Az egzakt master egyenlet sajátértékei (folytonos görbék) és az effektív egyenlet második legkisebb abszolútértékű sajátértéke (szaggatott vonal)** Ohmikus eset, Spinek száma: 9. A fekete görbe az egyensúlyi rendparamétert mutatja, a szaggatott függőleges vonal pedig az ebből számolt kritikus hőmérsékletet.

2. Publikációk

A félév során "Fast electron spin flips via strong subcycle electric excitation" címmel megjelent egy kétszerzős cikkem a Physical Review B folyóiratba.

URL: <https://link.aps.org/doi/10.1103/PhysRevB.97.235433>

DOI: 10.1103/PhysRevB.97.235433

3. Tanulmányi tevékenységek

Március 3-a és 9-e között egy "Information transmission in biological systems" című téli iskolán vettem részt Poznanban.

A félév során négy tárgyam volt:

1. Dinamikai kritikus jelenségek
2. Környezeti áramlások fizikája
3. Rácstérelmélet I
4. Csapdába zárt atomi rendszerek I (Kvantumgázok I)

Mind a négy tárgyból jelesre vizsgáztam.

4. Oktatás

A "Nemegyensúlyi statisztikus fizika" című előadáshoz 2 tanórát tartottam nyílt kvantumrendszerek témából.