

Bírálat

Pozsgay Balázs

Exact methods for the dynamics

of integrable models

c. MTA doktori értekezéséről

A kvantummechanika egyenletei ránézésre viszonylag egyszerűek, de megoldásuk csak az igazán egyszerű esetekben jelent könnyű feladatot, már a molekulák szerkezetének kiszámolása is egy külön tudományágat hozott létre. Ezért nem meglepő, hogy a számítási nehézségek mögött sejtett mélyebb szerkezetekbe való betekintés igénye több kutató figyelmét a megoldható, de nem triviális modellek keresése felé irányította. Igazi fordulatot hozott Hans Bethe 1931-es cikke, amelyben egy speciális egydimenziós rendszer: a ferromágnesség kvantumos alapmodelljéül szolgáló Heisenberg-spinlánc leírását a hullámfüggvény alakjára vonatkozó, egyáltalán nem magától értetődő feltevessel („*Bethe-Ansatz*”) megoldható egyenletekre vezette vissza, ezzel máig tartó kutatási irányt nyitott meg. Ez az irány a 80-as években – igényes algebrai módszerek felhasználásával – kiszabadulva Bethe keretei közül, hallatlanul sokoldalú fejlődésnek indult, amelynek célja egyre bonyolultabb, de a megfelelően konstruált rendszerekre szabott próbafüggvényeken keresztül még közelítések nélkül, egzaktul megoldható esetek – más néven: integrálható rendszerek – konstruálása. Az elmélettel lefedhető jelenségek köre – bár tipikusan egydimenziós rendszerekre korlátozódva – termikus és nem-egyensúlyi rendszerek irányába bővült, és megjelentek kísérletileg megvalósítható kvázi-egydimenziós rendszerek is, amelyek meggyőzően mutatták a modellek alapján várt sajátságokat.

Ezen a területen végez intenzív és sikeres kutatómunkát Pozsgay Balázs, kezdetben néhány évig amsterdami vendégkutatóként, utána a BME-n, az utóbbi években pedig egy ELTE központú Lendület kutatócsoport vezetőjeként. Eddig megjelent 50 publikációjából az értekezés 21-et mutat be, mint a témához közvetlenül kapcsolódókat. Ezek jelentékeny visszhangot váltottak ki, független hivatkozásainak száma 1547, igen sok konferenciának (évente 3-4) volt meghívott előadója. Sok gyakorlatvezetés mellett a BME-n egy kötelezően választható előadást is tartott a kutatásához kapcsolódó témából: témavezetettjei hét MSc és két BSc fokozatot szereztek, két doktorandusza nemrég kezdte a vele közös munkát. Ezek alapján szakmai aktivitása határozottan megfelel az MTA doktori cím követelményeinek.

A bírálatra benyújtott munka sokféle területen elért eredményekről számol be. Ezek közül kiemelem a Szerző döntő hozzájárulását ahhoz, hogy az „általánosított Gibbs-sokaságok” ígéretesen induló leírásának egy buktatójából, a lokális töltések hibás fogalmából sikerült kiszabadulni, ami nagy lendületet adott a terület kutatásának. Ezen belül később is többször visszatért egy kritikus technikai részlet, az „átfedések” számítási módszereinek fejlesztéséhez. Kiemelem még az áramoperátorok hasznos definíciójának többféle modellben megjelenő problémájához való hozzájárulásait.

Ami a disszertációt illeti, el kell fogadnunk, hogy ez egy olyan téma, amelynek tartalmi és technikai részletei szorosan összefonódnak, emiatt a szokásos „szöveg és függelékek” felbontás nem igazán lett volna megoldható. Ehhez képest a szöveg jól megírt, élénk, olvasmányos annak, aki igazán meg akarja ismerni mindezeket a részleteket,

esetleg be akar szállni kutatásukba. Aki pedig nem, annak szerencséjére a munka szavakban megfogalmazott, nem-technikai leírása megtalálható a tézisfüzetben.

A következő kérdések nagyobbreszt az egész kutatási területre vonatkoznak.

1. Az integrálható rendszerek a minket körülvevő világ sokszínűségének egy megszámlálható részét teszik ki. Kérem, foglalja össze, mit tesz hozzá ennek a résznek a kutatása az egész megértéséhez.
2. Az integrálható kezdeti feltételekkel és peremfeltételekkel kapcsolatos kutatások kapcsolódnak-e kísérletekhez?
3. Vizsgáltak-e periodikus határfeltételektől eltérő eseteket is?
4. A „rapidity” nevű impulzusok definíciója köthető-e valamiféle Lagrange-formalizmushoz?
5. A speciálisan választott kezdőfeltételeknek van-e hatása a termalizáció dinamikájára?
6. A termalizációval kapcsolatos vizsgálatok átfedni látszanak a *kvantum-termodinamika* nemrég rohamos fejlődésnek indult területével. Alakul-e kapcsolódás a két kutatási irány között?
7. A „*kvantum-kvencs*” kifejezés a rohamosan fejlődő kvantum-számítás világában az optimumkeresés alapvető technikáját jelenti, olyan eszközt, amely a bonyolult rendszerek által felkínált hamis optimumok elkerülését szolgálja. Van-e kapcsolódás ezzel a kutatási területtel?
8. A rendszerek növekvő méretével energiaspektrumuk a kontinuumhoz közelít; időfejlődésüket egyre kevésbé az energia-sajátállapotok, egyre inkább ezek koherens szuperpozíciói jellemzik. Megjelenik-e ez a váltás az integrálható rendszerek dinamikájának vizsgálatában?

A válaszoktól függetlenül a tézisekben összefoglalt eredményeket Pozsgay Balázs értékes kutatási eredményeinek ismerem el, amelyek jelentősen hozzájárultak ennek a világ több helyén, nagy csoportok által kutatott területnek az előrehaladásához. Az értekezésben bemutatott munkát jó szívvel ajánlom a nyilvános védésre, és sikeres védés után az MTA doktori fokozat megadására.

Budapest, 2022. 01. 29.



Geszti Tamás

a fizika tudomány doktora