

Bírálat

Vértesi Tamás

*Nemlokális kvantumkorrelációk vizsgálata*

c. MTA doktori értekezéséről

A kvantumelmélet első fél évszázadában, habzsolva a világ megismerésére megnyíló lehetőségeket, a Schrödinger-egyenlet és a Hilbert-tér eszköztárával felfegyverkezve, kezdetben atomok és molekulák, majd az eleinte alacsony, később egyre nagyobb energiákon elérhető elemi részecskék és kölcsönhatásaik megismerésére koncentrált. Bár a kutatásnak ez a vonala változatlanul él és ontja az egyre újabb információkat, az utóbbi évtizedekben megnyílt és egyre intenzívebbé válik egy új kutatási irányzat: visszatérve az alacsony energiák világába, feltérképezni a több részből összetett rendszerek meglepően bonyolult kvantumos korrelációit, külön figyelmet fordítva a téma információelméleti vonatkozásaira is. Bár ennek egyetlen alkalmazása: a kvantum-titkosítás percek alatt sikeressé, működővé és eladhatóvá vált, a további felhasználások nagyon nehezen indulnak be; keresésüket a kíváncsiságon túl az a remény hajtja, hogy az eredmények minél előbb hasznosíthatóak lesznek az álmokban régóta jelen levő, de a valóságban ma még alig-alig létező kvantum-számítógépek működtetésében.

Vértesi Tamás kiemelkedően aktív és sikeres kutatója ennek az izgalmas gyorsasággal fejlődő területnek. Publikációinak nagy száma, a téma vezető kutatóinak sűrű előfordulása társszerzői között, és az is, hogy a cikkek olyan magas színvonalú folyóiratokban jelentek meg, amelyek messzemenően garantálják a minőséget, már a részletes elemzés előtt nyilvánvalóvá teszi, hogy a benyújtott munka magasan meghaladja az MTA doktori cím követelményeit.

Az értekezésben bemutatott munka nagyrészt a kvantumos korrelációk által megsérteni rendelt Bell-egyenlőtlenések egyre bővülő családjának egy érdekes tulajdonsága körül forog: a kísérletileg jól vizsgálható egyenlőtlenések egyre erősebb megsértése egyre nagyobb élességgel, a mérési elrendezéstől egyre kevésbé függő, „eszközfüggetlen” módon informál a megfigyelt rendszer

kvantumállapotának sokszor bonyolult módon összefonódott szerkezetéről. Az elméletben jól kezelhető Bell-egyenlőtlenségekkel rokon szerepet töltenek be a sokkal bizonytalanabb státuszú, inkább sejtések formájában létező Peres-kritériumok, amelyek hasonlóan hasznos betekintést kínálnak az összefonódott kvantumállapotok szerkezetébe.

Vértesi Tamás ezt a területet numerikus módszerek és elméleti matematikai eredmények eredeti és hatékony kombinációjával vizsgálja, és sok részterületen komoly előrehaladás köthető a munkásságához. Mindenekelőtt kiemelem a megfigyelt kvantumrendszer Hilbert-térbeli dimenziószámára vonatkozó kritériumok – „dimenziótanúk” – készletének jelentős gazdagítását. Az elmélet szempontjából különösen fontosnak érzem a Peres-kritériumok terén elért eredményeket: Vértesi és munkatársai numerikus elemzéseiből kapott ellenpéldák gyarapodása vezetett el ahhoz a meglepően egyszerű és éles eredményhez, hogy bár a Peres-kritérium néha hamis eredményekre vezet, a komplementer állítás mindig teljesül.

A következő kérdéseket egyes részletek megvilágítására teszem fel.

1. Kérem, részletezze a „lokális realizmus” kifejezésben mindkét szó értelmezését, és azt, hogy hol helyezné el ezeket a fogalmakat a fizika és filozófia határterületén.
2. A sokszor emlegetett fekete doboz belső szerkezetéről milyen megszorításokat tartalmaznak a módszerei, milyen formában jelennek meg a mérőeszközök lehetséges hibái, bővíthetők-e a formalizmus keretei pl. a detektorok sötét zajával?
3. A munka kevés dimenziós rendszerekre vonatkozó egzakt eredményektől nagyobb dimenziószámokra vonatkozó sejtések felé halad. Mennyire érzi informatívnak ezt a keretet egy majdani sokdimenziós kvantum-számítógép tulajdonságaira vonatkozóan?
4. A kvantumszámítógépekre vonatkozó elképzelések eléggé élesen ketté válnak hagyományosan algoritmus-alapú gépekre, és optimumkereső célszámítógépekre, amelyek már jelen vannak a piacon. Az értekezésben bemutatott eredmények hasznosíthatóságában lát-e különbséget e két irányzat között?

A tézisekben összefoglalt eredményeket változatlan formában elfogadom. A kérdésekre adott válaszoktól függetlenül javaslom az értekezés nyilvános vitára bocsátását, és védelem után az MTA doktori cím megadását.

Budapest, 2019. augusztus 26.



Geszti Tamás

az MTA doktora