

Hamarosan itt az október, a Nobel-díjak hónapja:

A 2012-ES FIZIKAI NOBEL-DÍJAKRÓL

Geszi Tamás

ELTE Komplex Rendszerek Fizikája Tanszék

A fizikai Nobel-díjat 2012-ben megosztva kapta a francia *Serge Haroche* és az amerikai *David Wineland*.¹ A díjat mindkettejüknek 68 éves korukban ítelték oda, és mindketten fantasztikus kísérletek sok éven át tartó fejlesztésével járultak hozzá a *kvantumfizika* világának megismeréséhez.

Ebben a világban léteznek az elektronok, atommagok, de a belőlük felépült atomok és molekulák, sőt még a gyenge fényben felsejlő fényrészecskék, a fotonok is. A mozgásuk hullámmozgás, aminek talán legfeltűnőbb tulajdonsága, hogy még egyetlen elektronnak sincs élesen meghatározott helye, hanem a hullám rajzolatán bárhol lehet, ez a hullám szét is szakadhat, és részei egy időben többfelé is mozoghatnak. Az egymástól eltávolodó részhullámok azonban mintázatukba kódolva magukban hordozzák egymás emlékét, amit ki is lehet belőlük olvasni. Ehhez az kell, hogy a részhullámok jól megtervezett csatornák befutása után újra találkozzanak – hogy ezt miképp kell csinálni, arról bőszeges előzetes tudásunk halmozódott fel a fényhullámoknál több mint kétszáz éve ismert „interferenciajelenségek” tanulmányozásából.

Ezen alapul a *kvantumszámítógép* néhány évtizedes álma: valamikor talán a mai számítógépek „biteket” megjelenítő – a maguk nyelvén vagy igent, vagy nemet mondó – alkatrészei helyett ilyen kétfelé terelt anyaghullámokba, a sokféle kombinációban igent is, nemet is mondó úgynevezett „qubitekbe” (kvantumbitekbe) kódolt információ kezelésével fogunk tudni megoldani ma még lehetetlennek látszó számítástechnikai feladatokat.

A kritikus mozzanat az egészben az, hogy az emlékeket, a tárolt információt meg kell védeni a környezet zavaró hatásaitól egészen a kiolvasás pillanatáig, ami néha reménytelenül nehéznek látszik, és erősen leszűkíti a szóba jöhető fizikai rendszerek választékát. Valahol mégis hozzá kell kezdeni, és ezt tette meg a két 2012. évi Nobel-díjas, két különböző fizikai megvalósításban.

Haroche és csapata egy hosszú évek során kifejlesztett szobanagyságú berendezésben, a *mikromézerben* két tükrök, a világ legtökéletesebben tükröző tükröi között pattogó mikrohullámú fényvillanást hasított ketté egy átrepülő, trükkösen preparált atom segítségével, majd egy második atommal kiolvasta az első által visszahagyott üzenetet, amit a hihetetlenül kifinomult berendezés sikeresen őrzött meg az első atomtól a másodikig eltelt századmásodpercnyi idő alatt. Ez az emberi léptékkal mérve rövid idő nagyon

is hosszú a mikrohullámú láthatatlan fény kvantumai, a fénysebességgel száguldó fotonok számára, ők ennyi idő alatt több ezer kilométert is repülnek a két tükrök között pattogva, a különleges körülmények között mégis megőrizve a hullámmozgásban tárolt információt.

Wineland egy készen kapott, és már sok éve Nobel-díjakkal is megjutalmazott berendezést, az *ionsapdát* használta hasonló célra. Ebben a csapdában, trükkösen egyensúlyozó mozgással kerülve el a kicűszás veszélyét, ionok, vagyis elektromos töltésű atomok rezegnek, egyedül vagy sorba állítva, ami lehetővé teszi, hogy különleges minőségű lézerekkel, egyes ionokat megcélozva, információt lehessen beírni akár az ionok színeképebe, akár rezgő mozgásukba. Eközben a sorba állított ionok egymással is kommunikálnak, ami egyszerű számítási feladatok megoldását is lehetővé teszi. Winelandnak és csapatának elsőként sikerült kétfelé terelni egy rezgő ion anyaghullámát, megőrizve a két részhullámban tárolt emléket a kiolvasásig, a soron következő években pedig kitartó fejlesztő munkával egyre bonyolultabb kvantumszámítási feladatokat oldottak meg a rezgő ionjaik segítségével. Bár a bonyolultság itt ma még néhány bites műveleteket jelent, amitől a hasznosítható eredmények beláthatatlanul távol esnek, a sikerek sok komoly kutatót optimizmussal töltenek el a majdani kvantumszámítógépek jövőjét illetően. A fejlesztések melléktermékeként azonban született már azonnal hasznosítható eredmény is, az eddigi legjobbknál százszor pontosabb *atomórák* alakjában. Hihetetlenül pontosak ezek az órák: mérési hibájuk olyan kicsi, mintha az Ősrobbanástól napjainkig eltelt idő mérésében csak öt másodpercet hibáznánk.

Winelandék első neves kísérletének, az egyetlen rezgő ion kétfelé terelésének (Schrödinger híres-hírhedt szemléltetése, az egyszerre élő és halott állapot felé vezérelt boldogtalan macska mintájára ők ezt „Schrödinger-macskának” nevezték, a hullám mivoltában megkettőzött iont pedig „cat-ion”-nak) magyar vonatkozása is van: *Janszky József* és tanítványa, *Kis Zsolt* elméleti elemzése szolgált a kísérletezők egyik fontos forrásául.

Talán nem ünneprontás megjegyezni, hogy időközben született még egy ígéretes fizikai megvalósítása a qubitnek, a kvantum információhordozónak, szupravezető áramkörök alakjában. Ezeket kezdettől nagy csapatok fejlesztik, nehéz lenne belőlük egy-két ember nevét kiragadni, ami nem kedvez a Nobel-díjak lehalászásának, de lehet, hogy majd ez a megvalósítás visz legközelebb a kvantumszámítógépek álmához.

¹ A Nobel-díjazottakról rövid hír jelent meg a Szemle tavaly novemberi számában.