

Kölcsönhatások az emberi tudat és a kvantumfizikai jelenségek között

A 20. század elején jelentős fordulat következett be a fizikában. Albert Einstein megalkotta a relativitáselmélet két változatát, Max Planck bevezette a fizikába a kvantum fogalmát, Niels Bohr kidolgozta az első gyakorlatban is használható atommodellt, majd Erwin Schrödinger és Werner Heisenberg felállította a kvantummechanika matematikai modelljeit.

Bár a többféle modern fizikai elmélet között a mai napig olyan logikai ellentmondások állnak fenn, amelyek kiküszöbölése szinte reménytelennek tűnik, mégis az egymásnak ellentmondó elméletekből levonható következtetéseket a reprodukálható fizikai kísérletek és kozmológiai megfigyelések alátámasztják.

A relativitáselmélet eleinte sok vitát váltott ki, mert úgy tűnt, hogy teljesen felborítja a hagyományos fizikai világgépet. A vitákat az is elősegítette, hogy a relativitáselméletből kiszámítható kísérleti eredmények csaknem azonosak azzal, mint ami a klasszikus fizikából is sokkal egyszerűbben kiadódik, és a különbség csak nagyon extrém esetekben – gyakran csak asztrofizikai megfigyelések útján – mutatható ki.

Később azonban ezt az elméletet a fizikusok többsége elfogadta és a közvélemény is többé-kevésbé megbarátkozott vele.

Ami azonban a fizikai világgépet igazán teljesen felborította, az nem is annyira a relativitáselmélet, hanem sokkal inkább a kvantumfizika, olyannyira, hogy Niels Bohr szerint, akire nincs sokkoló hatással a kvantumelmélet, az nem értette meg, hogy miről is van szó.

A kvantumelmélet megalapozottságáról azonban nem sok vita lehetett, hiszen a kvantumfizika eredményeire épül az egész modern elektronika, számítógép-technika, lézertechnika, rádió és TV technika, nukleáris technika, spektrofotometria, stb. és ezek működőképességét a mindennapi tapasztalat igazolja.

A kvantummechanika azért sem válthatott ki túl széleskörű vitát, mert a matematikai háttere túlságosan bonyolult és kevesen értik, sőt a benne szereplő fogalmak is túlságosan absztraktnak tűnnek, szemben a relativitáselmélettel. Ez utóbbinál ugyanis a filozófiai vitákban gyakorlatilag elegendő volt olyan közismert fogalmakkal foglalkozni, mint a tér, az idő, a tömeg és az energia, és nem kellett olyan „egzotikus” kifejezésekkel megbarátkozni, mint pl. a kvantum-operátorok felcserélhetősége vagy fel nem cserélhetősége, vagy a komplex hullámfüggvény összeomlása.

A kvantumfizika egyik legfurcsább tulajdonsága, hogy talán éppen ez az a tudomány, amely kapcsolatot teremthet a fizikai jelenségek és az emberi tudat működése között.

A kvantumfizikai jelenségek és az emberi tudat közötti kölcsönhatás lehetősége már az 1930-as években felmerült, amit mutat a világhírű pszichológus-pszichiáter Carl Gustav Jung és a Nobel Díjas fizikus Wolfgang Pauli ezzel kapcsolatos egykori levelezése, valamint a levelezésük alapján 1952-ben közösen publikált könyvük is, amelyben a Jung féle szinkronicitás elmélet és a kvantumelmélet közötti lehetséges kapcsolatokat elemzik.

A pszichológia és a kvantumfizika kapcsolata ezután sokáig kikerült a tudósok érdeklődési köréből és évtizedeken keresztül sem a fizikusok, sem a pszichológusok nem foglalkoztak ilyesmivel, és csak a legutóbbi évtizedben végeztek el olyan kísérleteket, amelyek ilyen kölcsönhatások lehetőségét igazolni látszanak.

Ebben a vonatkozásban a kvantumfizika két legfontosabb jelensége az EPR paradoxon, valamint a hullámfüggvény összeomlása.

Ami a Jung féle szinkronicitás elméletet illeti ez kvantumelméleti szempontból a nem lokális kapcsolatok közé sorolható, s ez utóbbi legegyszerűbb változata a már említett EPR paradoxon.

Az EPR megjelölés Einstein, Podolsky és Rosen neveinek kezdőbetűiből áll. Az ezzel kapcsolatos cikket 1935-ben publikálta a három tudós, annak illusztrálására, hogy a kvantumelmélet mennyire tökéletlen, hiszen az a józan ésszel ellentétes képtelenül lehetetlen következtetésekhez vezethet.

Az EPR paradoxon szerint, ha két elemi részecske, pl. foton vagy elektron kölcsönhatásba lép, s azután szétválnak az útjaik, közöttük továbbra is fennmarad egyfajta kapcsolat. Így pl. a két

elektron spinje mindig egymással ellentétes irányú lesz, vagy a két foton polarizációs állapota mindig azonos lesz. Ennek matematikai levezetése megtalálható a szerzők idézett cikkében (ld. irodalomjegyzék), így ennek részleteibe nem bocsátkozunk.

Csupán annyit említünk meg, hogy a jelenség ellenkezik a relativitáselmélettel, amely szerint fénysebességnél gyorsabb hatás nem létezhet. Márpedig a két részecske közötti azonnali kölcsönhatás nem tartja tiszteletben a fénysebességet, mint határsebességet.

Az EPR paradoxon valóságos létezésének igazolására alkalmas kísérlet elméleti lehetőségét John Bell, a Genfi CERN laboratórium munkatársa publikálta 1964-ben, a technikai nehézségek miatt azonban ilyen kísérletek végrehajtására csak az utóbbi években került sor. A kísérleteket az Innsbrucki Műszaki Egyetemen elektronokkal, a Genfi Egyetemen fotonokkal végezték.

Az utóbbi kísérleteknél a Genfi tó alatt húzódó fénykábeleken 20–25 km távolságra küldtek el egymástól foton párokat, és azt tapasztalták, hogy ha az egyik foton polarizációs állapotát befolyásolják, hasonló változás a másik fotonnál is fellép. A mérési bizonytalanság miatt nem lehetett megállapítani, hogy a kölcsönhatás igazán azonnali-e, de a psec¹ pontosságú mérések alapján az látszott bebizonyosodni, hogy a kölcsönhatás sebessége legalább a fénysebesség 10 millió-szorosa!

Anyagi tárgyak között azok közvetlen érintkezése nélkül a távolból azonnal ható kölcsönhatás lehetőségét több mint 300 évvel ezelőtt felvetette Sir Isaac Newton, amikor felfedezte a gravitáció jelenségét és kidolgozta az égitestek mozgásának mechanikai törvényeit.

Az 1800-as évek második felében dolgozta ki azután James Clerk Maxwell az elektrodinamika törvényeit és azt állapította meg, hogy a villamos és mágneses erők legfeljebb fénysebességgel terjedhetnek.

Maxwell felismerését általánosította Einstein, amikor megalkotta a speciális relativitás elméletet és kimondta, hogy a vákuumbeli fénysebességnél gyorsabban semmiféle tárgy, vagy hatás nem haladhat.

Mindezek ellenére az EPR paradoxon szerinti azonnali kölcsönhatás létezésére egyre több kísérleti adat gyűlik össze.

Felvethető, hogy nem léphet-e fel „nem lokális kapcsolat” makro méretű tárgyak között is, sőt nem létezhet-e rejtett kölcsönhatási hálózat az univerzum összes objektuma között, beleértve az emberi tudatot, amely ugyancsak része az univerzumnak.

Erre vonatkozó kísérletsorozatokat publikáltak Grinberg-Zylberbaum és szerzőtársai. A kísérlet tárgya EEG jelek átvitele emberi agyak között. A kísérletek során két személyt külön helyiségben leültettek meditálni, a fejükre EEG elektródákat helyeztek és azt az utasítást kapták, hogy a megfelelő relaxációs állapot elérésekor koncentráljanak egymásra.

Ezt követően az egyik személy szeme előtt bekapcsoltak egy meghatározott frekvenciával villogó LED fényforrást és regisztrálták, hogy a koponya hátsó részén, a látóközpont közelében elhelyezkedő elektróda EEG jelében megjelenik a villogási frekvenciájú jelösszetevő.

Az a meglepőnek tűnő eredmény adódott, hogy ilyenkor a másik szobában meditáló személy EEG regisztrátumában is – bár valamivel kisebb amplitúdóval – kimutatható volt ugyanez a frekvenciájú jelösszetevő, habár az ő szeme előtt nem villogott semmiféle fényforrás.

Az emberi tudat és az anyag közötti kölcsönhatás egy másik megközelítése az anyagot alkotó részecskék kettős természetével kapcsolatos. Ezen elméletek szerint a részecskék valószínűségi hulláma a tudattal való kapcsolat során összeomlik, és ezzel magyarázható a tudat hatása az anyagra.

Ezek az elméletek választ kívánnak adni az emberi kreativitás értelmezéséhez is. Ez ugyanis a látványosnak tűnő „mesterséges intelligencia” kutatások során is mindeddig feltörhetetlen diónak bizonyult. Bár a kutatók kifejlesztettek un. „intelligens” automatákat, fénykép, ujjlenyomat, rendszám és kézírás felismerő rendszereket, önműködő célkereső és célkövető berendezéseket, stb. ezek viselkedése azonban mindig kondicionált és soha nem igazán kreatív.

¹ psec = pikoszekundum = a másodperc milliommód részének milliommód része, amely olyan rövid idő, hogy ezalatt a fény légüres térben csak kb. 0,3 mm-t halad

Ha pl. egy számítógépbe beprogramozzuk a Püthagorász tételt, a gép bármely két oldalhosszúság ismeretében ki tudja számítani egy derékszögű háromszög harmadik oldalának hosszúságát, de ha nem programozzuk be Püthagorász tételét, a számítógép azt nem fogja felfedezni.

A korábbi ismereteken túlmutató felismerések, intuitív, kreatív ötletek kívül esnek a számítógép lehetőségein.

A biológia, a pszichológia és a szoftver technológia sem tudott megnyugtató válaszokat adni az emberi kreativitással kapcsolatos kérdésekre. Úgy tűnik, talán most a kvantumfizikusokon a sor, s ehhez kiindulásul szolgálhat az un. Koppenhágai Modell.

A kvantumfizika Niels Bohr és Werner Heisenberg által kidolgozott koppenhágai értelmezése szerint egy fizikai kísérlet eredménye a kísérleti objektum és a kísérletező személy kölcsönhatása során jön létre. Ennek alapján jelentette ki annak idején Niels Bohr, hogy nem lehetünk képesek a kvantumelméletet megérteni, ha nem vesszük figyelembe az emberi tudat működését. Manapság pedig ennek fordítottja látszik napirendre kerülni, nevezetesen, hogy nem lehetünk képesek megérteni az emberi tudat működését, ha nem vesszük figyelembe a kvantumelméletet.

Mint tudjuk, a kvantumfizika egyik kulcsfontosságú problémája az anyagi részecskék kettős természetével kapcsolatos. Az elektron pl. pontszerű részecskeként jelenik meg, amikor repülési pályájának végén valahová becsapódik, „utazás” közben azonban hullámként viselkedik. Emiatt a pontszerű elektronok képesek interferencia jelenségeket létrehozni.

Ennek elméleti magyarázata szerint a részecskével együtt utazik egy un. anyaghullám, amely megmutatja, hogy egy adott helyen és időpillanatban a részecske mekkora valószínűséggel képes kölcsönhatásba lépni.

A hullám leírására szolgáló hullámfüggvény az Erwin Schrödinger által felfedezett hullámegyenlet megoldásaként számítható ki. Van azonban egy probléma. A hullámegyenlet megoldása komplex függvényt szolgáltat, amely valós (reális) és képzetes (imagináris) összetevőkből áll.

A komplex számoknak azonban a reális fizikai világban nincs értelmük, mivel bármilyen fizikai mennyiség számszerű értéke kizárólag valós számokkal fejezhető ki. Ugyancsak valós számnak kell lenni egy esemény valószínűségének, amely értelemszerűen csak 0 és 1 között lehet.

A „hullámfüggvény” komplex jellege több mint zavarba ejtő. Valós valószínűségeket ugyanis a hullámfüggvényből úgy kapunk, hogy képezzük a hullámfüggvény komplex konjugáltját és ezzel megszorozzuk az eredeti hullámfüggvényt.

Felmerül azonban egy különös körülmény azzal kapcsolatban, ahogyan a komplex konjugáltat előállítjuk. A hullámegyenletből ugyanis a komplex konjugáltat úgy lehet kiszámítani, hogy az idő előjelét megfordítjuk.

Hogy pontosabban miről van szó, azt az alábbiakban részletezzük.

Induljunk ki a Schrödinger féle hullámegyenlet legegyszerűbb, egy dimenziós, idő függő változatából:

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \bullet \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + E \bullet \Psi = j \bullet \hbar \bullet \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (1)$$

ahol m = a részecske tömege

$$\hbar = h/2\pi$$

h = a Planck féle állandó

$\Psi = \Psi(x,t)$ = a hullámfüggvény amplitúdója az x helyen és t időpontban

$E = E(x)$ = a részecske potenciális energiája az x helyen

Ezt az egyenletet felírhatjuk így is:

$$A = j \bullet B \quad (2)$$

ahol:

$$A = \frac{-\hbar^2}{2m} \bullet \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + E \bullet \Psi \quad (3)$$

és:

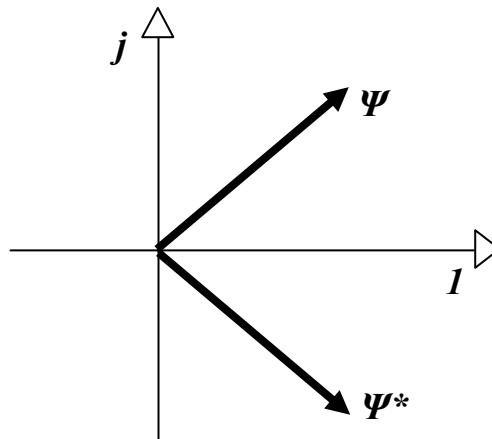
$$B = \hbar \cdot \frac{\partial \Psi}{\partial t} \quad (4)$$

Az 1. ábra szemlélteti a Ψ hullámfüggvény valamely x térkoordinátához tartozó t időpontbeli pillanatértékét a komplex számsíkon, valamint ennek Ψ^* komplex konjugáltját.

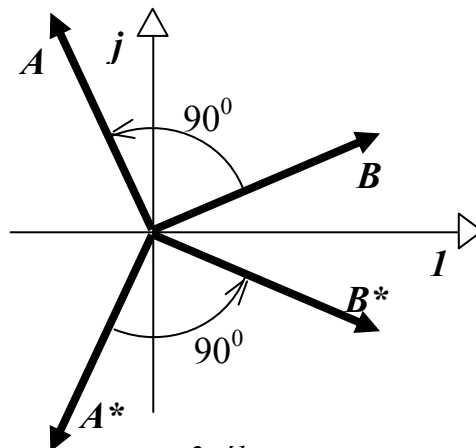
A (2) egyenlet szerinti A és B komplex kifejezések és ezek konjugáltjainak pillanat értékeit a 2. ábra mutatja.

A (2) egyenlet szerint az A és B komplex kifejezések abszolút értéke mindig azonos, fázishelyzetük azonban 90 fokkal eltér oly módon, hogy az A kifejezés fázishelyzete a nagyobb.

Ezen komplex kifejezések A^* és B^* konjugáltjait úgy kapjuk, hogy az A és B komplex vektorokat a 2. ábrán a valós tengelyre tükrözzük. Emiatt A^* és B^* között a fázisszög különbség továbbra is 90 fok lesz, de most a B^* kifejezés fázishelyzete lesz nagyobb.



1. ábra
a hullámfüggvény pillanatértéke
és komplex konjugáltja



2. ábra
a hullámegyenlet összetevői és
ezek komplex konjugáltjai

Ennek megfelelően a (2) hullámegyenlet azon változata, amelynek megoldása a hullámfüggvény komplex konjugáltját szolgáltatja, a következő lesz:

$$B^* = j \cdot A^* \quad (5)$$

ahol:

$$A^* = \frac{-\hbar^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \Psi^*}{\partial x^2} + E \cdot \Psi^* \quad (6)$$

és:

$$B^* = \hbar \cdot \frac{\partial \Psi^*}{\partial t} \quad (7)$$

Az (5) egyenlet így is kifejezhető:

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \Psi^*}{\partial x^2} + E \cdot \Psi^* = -j \cdot \hbar \cdot \frac{\partial \Psi^*}{\partial t} \quad (8)$$

Ez utóbbi pedig ilyen formában is felírható:

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \cdot \frac{\partial^2 \Psi^*}{\partial x^2} + E \cdot \Psi^* = j \cdot \hbar \cdot \frac{\partial \Psi^*}{\partial (-t)} \quad (8)$$

Vegyük észre, hogy ez formailag azonos az (1) szerinti eredeti hullámeqyenlettel, azzal az egyetlen eltéréssel, hogy az idő előjele negatív lett.

Más szóval: az eredeti hullámeqyenletben az idő szabályos irányban, a múltból a jövő felé folyik, a konjugált megoldást szolgáltató egyenletben viszont az idő haladási iránya ezzel ellentétes, vagyis visszafelé, a jövőből a múlt felé mutat.

Ezt persze el lehetne intézni azzal, hogy ez csupán formális matematikai trükk, aminek nincs fizikai jelentése. Akad azonban fizikus, aki szerint ennek mélyebb tudományfilozófiai értelme van, és kapcsolatba hozható az emberi tudat működésével.

A koppenhágai modell szerint egy részecske, amíg nem kerül kapcsolatba a megfigyelővel, szuperponált állapotban van, és az állapotát a komplex hullámfüggvény, azaz állapotfüggvény jellemzi, amely utóbbi a részecske manifeszt megnyilvánulási lehetőségeinek választékát fejezi ki. Amikor a részecske megfigyelése megtörténik, a hullámfüggvény összeomlik, és helyette megjelenik egy reális részecske.

Roger Penrose felteszi a kérdést, hogy hol a határ nagy és kicsi között, vagyis egyfelől a kvantumfizika, másfelől a klasszikus és relativisztikus fizika között. Makro méretekben ugyanis nem játszik szerepet a hullámfüggvény, a mikrorészecskék világában azonban igen.

Penrose szerint az emberi agysejtek kapcsolódási pontjai abba a mérettartományba esnek, ahol a hullámfüggvény még éppen létrejöhet, így előfordulhat, hogy az agysejtek összehangolt koherens szuperponált állapotba kerülnek, hullámfüggvényeik szinkronozódnak, és a hullámfüggvények kollektív összeomlásakor kreatív ötletek merülhetnek fel a tudatban.

Amit Goswami ennél is tovább megy. Szerinte koherens szuperponált állapot nemcsak az agyban jöhet létre, hanem bárhol és bármikor, és a koherens szuperponált állapot mindig valamilyen megfigyelés hatására omlik össze és hozza létre a tapasztalható valóságot. Ha pedig a megfigyelés szünetel, a magára hagyott hullámfüggvény szétterül és egyre több potenciális lehetőségre terjed ki. A kreatív alkotó gondolkodás lényege éppen az, hogy jó ideig nem avatkozunk bele a valóságba és hagyjuk a hullámfüggvényt szétterülni.

Más véleményen van Fred Alan Wolf amerikai fizikus. Szerinte a hullámfüggvény, és ezzel a koherens szuperponált állapot nem is omlik össze, hanem valamennyi állapot párhuzamosan létezik, és mi a legvalószínűbb állapotok szuperpozícióját tapasztaljuk valóságként.

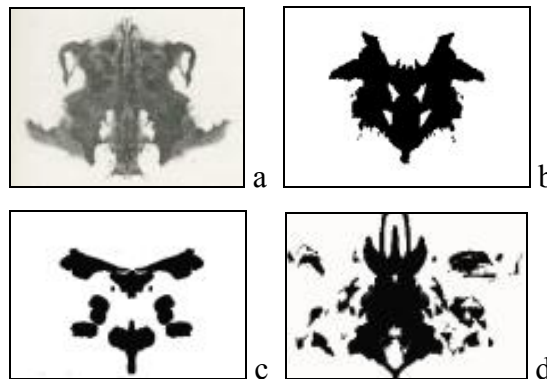
Ez azt is jelenti, hogy végtelen sok párhuzamos valóság létezik egyszerre, és a tudatunk választja ki ezekből a legvalószínűbb lehetőségek szuperpozícióját, azt, amelyet valóságként elfogadunk.

Példaként Wolf olyan pszichológiai jelenségeket hoz fel, amelyekben egy rajz vagy kép több értelmezést tesz lehetővé, és a tudat dönti el, hogy ezek közül melyiket „akarja” látni.

Ilyen a 3. ábra szerinti két értelmű ábra, vagy ilyenek pl. a Rorschach féle pszichológiai asszociációs teszt szimmetrikus tintafoltjai (4. ábra).



3. ábra
serleg, vagy két arc?



4. ábra
Rorschach teszt ábrák

Wolf szerint állandóan jelen van mindegyik hullámfüggvény és ezek konjugáltja, és a megfigyelés során a megfigyelő tudata végzi el – öntudatlanul – ezek összeszorozását.

Felveti azt is, hogy ha a tudat képes a hullámfüggvényt és konjugáltját összeszorozni, akkor képes lehet arra is, hogy a szorzatot komplex tényezőkre szétbontsa, s ezáltal beleavatkozzon a fizikai valóságba, ami magyarázatot adhatna bizonyos parapszichológiai jelenségekre.

Wolf ennél is tovább megy és arra a következtetésre jut, hogy a konjugált eredményt szolgáltató hullámegyenletben az idő irányának megfordulása azt jelenti, hogy mikrofizikai szinten – rendkívül rövid időtartományokon belül – állandó kommunikáció zajlik múlt és jövő között.

Ezt alátámasztja, hogy az energia és az idő komplementer jellege miatt a határozatlansági reláció szerint az igen gyors részecske kölcsönhatásokban az idő-bizonytalanság olyan mértékű lehet, hogy az „előbb” és a „később” fogalmakat sem lehet egyértelműen megkülönböztetni. Ezért olykor az is előfordul, hogy bizonyos több lépéses kölcsönhatási sorozatok eredménye csak úgy magyarázható, ha feltesszük, hogy egyes részecskék korábban léptek kölcsönhatásba, mint amikor keletkeztek.

Ha pedig ez lehetséges, az sem zárható ki, hogy az időbeli kommunikáció makrofizikai szinten is működhet, vagyis mi magunk is tudattalan szinten állandóan üzeneteket kapunk a múltból és a jövőből és mi is küldünk ezek felé öntudatlan üzeneteket. Wolf ennek tulajdonítja azt is, hogy egyes élőlény populációk gyorsabban alkalmazkodnak a környezet megváltozásához, mint ahogyan az a természetes kiválasztódás alapján várható lenne.

Goswami szerint a változó környezethez való gyors alkalmazkodásban a véletlen mutációk és a természetes kiválasztódási mechanizmus mellett szerepet játszik az élőlényfaj – bár tudattalan, de

azért mégis céltudatos – törekvése. Ez magyarázhat számos ugrásszerű változást, amelyek során, a törzsfejlődés folyamán meglepően rövid idő alatt jöttek létre új élőlény fajok.

További lehetőséget vet fel Robert Anton Wilson. Szerinte mikrofizikai szinten a határozatlansági elv következtében un. kvantumkáosz uralkodik, amelyből minden egyes másodpercben sok millió „pillangó effektus” indul el és gyűrűzik felfelé a makrovilág felé. Bár ezek hatása általában statisztikusan kiegyenlítődik, azonban az egyensúly időnként felborulhat és megjósolhatatlan makrofizikai eseményeket idézhet elő.

Ezen túlmenően Wilson nem lokális kölcsönhatást tételez fel a kvantumkáosz, valamint a személyes és kollektív tudattalan között, ami magyarázatot kínálhat az anyag és tudat közötti kapcsolatra, bizonyos parapszichológiai jelenségekre, placebo hatásokra és váratlan, csoda-jellegű gyógyulásokra is.

Irodalom

- Mark BUCHANAN: Double jeopardy (Free will or reality?), New Scientist, 18 June 2005
- Paul DIRAC: Az elektron relativisztikus hullámegyenlete, Fizikai Szemle, 1977. évfolyam 443. oldal
- A. EINSTEIN, B. PODOLSKY, N. ROSEN: Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality Be Considered Complete? Physical Revue, May 15, 1935
- GAJZÁGÓ Éva: Kvantum teleportálás, Élet és Tudomány, 1998/6. szám
- J. GRINBERG-ZYLBERBAUM, M. DELAFLOR, L. ATTIE, A. GOSWAMI: Einstein-Podolsky-Rosen paradox in the Human Brain: The Transferred Potential, Physics Essays, 1994/4, pp. 422-428.
- Amit GOSWAMI: The visionary Window, Quest Books, Wheaton, Illinois, USA, 2000
- Carl Gustav JUNG: Bevezetés a tudattalan pszichológiájába, Európa Könyvkiadó, Budapest, 1990
- C. G. JUNG, W. PAULI: Naturerklärung und Psyche, Wien, 1952
- HÉJJAS István: Buddha és a részecskegyorsító, Édesvíz, Budapest, 2004
- HÉJJAS István: Az elektron és az elektronika, Informatika, 2001. május
- HÉJJAS István: Az emberi tudat és a kvantumfizika, Informatika, 2001. szeptember
- HÉJJAS István: A fáziskontraszt-mikroszkóp és tanulságai, Fizikai Szemle, 2001. szeptember
- MARX György: Kvantummechanika, Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1957.
- J. von NEUMANN: The mathematical foundations of quantum mechanics, Princeton University Press, 1955
- Erwin SCHRÖDINGER: A 2400 éves kvantumelmélet, Fizikai Szemle, 1961/4
- Roger PENROSE, Stephen HAWKING: A nagy, a kicsi és az emberi elme, Akkord Kiadó, 2003
- Robert Anton WILSON: Kvantumpszichológia, Mandala-Véda, Budakeszi, 2002.
- Fred Alan WOLF: The yoga of time travel, how the mind can defeat time, Quest Books, Wheaton, Illinois, USA, 2004