

Kitekintés

SZÜRKE ZÓNÁBAN A FIZIKA

Egyre több fizikus ad bizarr képet a világegyetemről. Tükörvilágokról, párhuzamos világegyetemekről, hasonmásokról, alternatív történelemről írnak. A számtalan párhuzamos világegyetem egyikében az olvasó pontos hasonmása ugyanazt csinálja, mint Ön: a *Magyar Tudományt* olvassa. Egy másik világegyetemben a másolat nem pontosan ugyanolyan, például Öntől eltérően nem kedveli a vonósnegyeseket. A párhuzamosan létező világegyetemek a játékos elme szórakoztató találmányának tűnnek, de komoly fizikai érvek, elméleti számítások állnak mögöttük. Az elvek következetes végiggondolása vezet el a végtelen tükörvilág és a végtelen azonos másolat létezésének feltételezéséig.

Az egyik gondolatmenet szerint a térvégtelen. Egy véges térfogaton belül az anyag és az energia csak véges számú változatban rendezhető el. Ha a teret legelőször sok azonos méretű tartományra osztjuk, előbb-utóbb ismétlődések jelennek meg. A mikrohullámú kozmikus háttérsugárzásban felfedezett kis fluktuációk nemcsak a világegyetem születésének elméletét igazolták, hanem azt is megmutatták, hogy a világegyetem nagyon lapos volt. (Ezzel kizárták a másik két egyszerű téridő felület lehetőségét, a gömb és a nyereg alakú téridőt.) A lapos világegyetem végtelen. Az ősrobbanás elmélete szerint közvetlenül az ősrobbanás után egy ún. inflációs időszakban a világegyetem hirtelen igen nagy mértékben kitérült. Az inflációs elmélet szerint a világegyetem nemcsak nagy, de végtelen is.

A párhuzamos világegyetemek létezéséhez a fekete lyukakba zuhant anyag és

energia sorsa szolgáltat további érvet. Ha a termodinamika második főtétele a fekete lyukakra is érvényes, és miért ne lenne érvényes, akkor a véges térrészbe zárt anyag és energia csak véges számú változatban rendezhető el. Ezt és a világegyetem végtelenségét összekombinálva máris a párhuzamos világegyetemeknél, végtelen számú másolat létezésénél tartunk.

Ha az univerzum nem végtelen, hanem véges, és a fekete lyukban nemcsak véges számú változat valósulhat meg, akkor is lehet okot találni a párhuzamos világegyetemek létezésének feltételezésére. Párhuzamosan létező világegyetemek esetén elegánsan megmagyarázhatóvá válnak a kvantumelmélet különös jelenségei (a mérés koppenhági interpretációja, az EPR-paradoxon összezsugorított részecskéinek viselkedése). A részleteket illetően az idézett írást ajánljuk.

A fizika és a filozófia határvonala nagymértékben eltolódott a múlt században. A határvonal elmozdulásával a párhuzamos világok a metafizika helyett egyre inkább a fizika részévé váltak.

Seife, Charles: Physics Enters the Twilight Zone. *Science*. **305**, 23 July 2004, 464-6

J. L.

MENNYIRE FEKETE A FEKETE LYUK?

Széleskörű, a napisajtóra is kiterjedő visszhangot váltott ki Stephen Hawking előadása egy nemzetközi konferencián. A nagy érdeklődés egyik oka a téma, a fekete lyukak,

a másik az előadó személye, akit ismeretterjesztő könyvei és sajnálatos betegsége miatt közérdeklődés övez. Az újdonság: már Stephen Hawking sem tartja teljesen feketének a fekete lyukakat. Haminc év után, korábbi álláspontját feladva úgy véli, mégiscsak szabadulhat ki információ a fekete lyukakból.

A fekete lyukak eredeti felfogása szerint a tér egyes tartományaiban az anyag végtelen kicsi és sűrű tartományba zuhan össze. Az elmélet szerint itt olyan erős a gravitációs tér, hogy semmi, még fény sem léphet ki innen, ezért a fekete lyuk elnevezés. A relativitáselmélet szerint az elnyelt tárgy által hordozott információ elvész. A megfigyelő csak azt érzékelheti, hogy a fekete lyuk tömege megnőtt, de azt már nem, hogy egy tonna ólmot vagy egy tonna tollpíhét nyelt-e el. A fekete lyuk abszolút fekete voltát később többen kétségbe vonták. A kvantummechanika szerint a folyamatok megfordíthatók, tehát a fekete lyuknak tárolnia kell a beléje zuhanó tárgyakra vonatkozó információt, és ez onnan valamilyen módon kinyerhető. Korábban Hawking úgy tartotta, hogy az információ gyakorlatilag elvész, míg Gerardus 't Hooft, a fizikai Nobel-díj 1999. évi egyik nyertesének álláspontja szerint a fekete lyukak sem sérthetik meg a kvantummechanika jól ismert törvényeit.

Hawking is régóta dolgozik a kvantumelmélet és az általános relativitáselmélet mindmáig megoldatlan egyesítésén. Dublinban, a relativitáselméleti konferencián tartott előadásán úgy foglalt állást, hogy abszolút értelemben vett fekete lyuk nem létezik, csak olyan térrész, ahonnan nagyon hosszú idő elteltével szabadulhatnak ki dolgok. A fekete lyukba zuhanó tárgy tehát nem semmisül meg teljesen, a fekete lyuk megváltozik a tárgy elnyelése során. Nyilvánvalóan nem könnyű az információt visszanyerni, de az létezik valahol a fekete lyukban. Egyáltalán hogyan jöhet ki információ? Erre Hawking korábbi nagy felfedezése adja meg a választ:

a fekete lyuk lassan elpárolog, mert részecskék lépnek ki a gravitációs szakadék széléről – ez a Hawking-sugárzás. A fekete lyuk kis maggá zsugorodik, ekkor felerősödik a sugárzás, és ez viheti magával az elveszettnek vélt információt. Ezt többen kétségbe vonják. Más megoldás is lehetséges. Chris Adami úgy véli, hogy amikor egy részecske áthalad a fekete lyuk eseményhorizontján, akkor a vákuum egy ugyanilyen részecskét emittál, hasonlóan ahhoz, ahogy a gerjesztett atomokat lézerfény kibocsátására készítetik.

Hawking azt a korábbi álláspontját is megváltoztatta, hogy a fekete lyuk információt szállíthat egy másik univerzumba. Most úgy véli, hogy a fekete lyukba bekerült információ itt marad a mi világegyetemünkben. Hawking már nem tartja a fekete lyukakat egy másik univerzumba vezető kapunak, nyilván a *science fiction*-rajongók nagy bánatára.

Az első kritikai észrevételek szerint Hawking új kvantumgravitációs elméletének nem elég szilárdak a matematikai alapjai. Továbbra is vannak, akik a kvantumelméletben, mások a relativitáselméletben keresik a hibát, és vannak azok, akik a két alapvető elmélet egyesítésén dolgoznak.

Seife, Charles: Hawking Slays his Own Paradox, But Colleagues Are Wary. *Science*. **305** 30 July 2004, 586

Seife, Charles: A General Surrenders the Field, But Black Hole Battle Rages On. *Science*. **305**, 13 August 2004, 934-6

J. L.

A FŐNÖKI SZEREP BIOLÓGIÁJÁRÓL

A domináns patkányok agyában több új idegsejt marad életben, mint „beosztott” társaik agyában. Erre a meglepő következtetésre jutottak a Princeton Egyetem kutatói, Yevgenia Kozorovitskiy és Elizabeth Gould. Kísérleteinkben az állatok számára olyan csö-

vekből, kamrákból álló elrendezést hoztak létre, amely utánozta a természetes életköriülményeket. A patkányok fészket rakhattak, bujkálhattak, és ahogy ezt a természetben teszik, kiépíthették saját dominanciahá-lózatukat is. A rendszer egyik oldalon átlátszó volt, így a kutatók figyelhették, mi történik.

A háromnapos kísérlet végén megvizsgálták az állatok agyát, és megvizsgálták, hogy ez alatt az idő alatt hány új idegsejt képződött, és hány maradt életben. Megá-lapították, hogy a keletkezett új idegsejtek számában „főnökök” és „beosztottak” között nem volt különbség, a domináns egyedek agyában azonban jóval több idegsejt maradt életben, és épült be az agy struktúrájába.

A kutatók eredményeiket nem magya-rázzák. Felvetik, hogy esetleg a hatalmi pozícióhoz több idegsejtre van szükség, de hogy miért, erre nincs egzakt válasz. Felme-rül az is, hogy esetleg a domináns szereppel járó alacsonyabb stressz segíti az új idegsejtek túlélését, hiszen majmok évekipig tartó megfigyeléséből és vizsgálataiból régebben megállapították, hogy a domináns állatok a hatalom megszerzése után alacsonyabb stresszszinten élnek, mint alárendelt társaik. Korábbi kutatási eredmények igazolták azt is, hogy a stresszhormonok alacsonyabb szintje kedvez az idegsejtek túlélésének. Csakhogy a mostani kísérletben főnökök és beosztottak között a stresszhormonok mennyiségében sem találtak különbséget. Mint ahogy nincs magyarázat arra sem, hogy miért pont azok az állatok váltak uralkodóvá, amelyek azok lettek. Gouldék szerint ugyanis ezek a sok-sok nemzedéken át tenyésztett laboratóriumi patkányok nagyon hasonlítanak egymásra, és szokványos, ingerszegény környezetben – amikor az állat egyedül van egy ketreccben, vagy maximum ketten vannak – az egyedek sem viselkedésben, sem agyi struktúrában nem mutatnak különbséget. Márpedig elég hihetetlennek tűnik, hogy a patkányok társadalmában a hierarchia véletlenszerűen

alakulna ki, hiszen emberi csoportoknál is ritkán látunk effajta véletleneket.

A kísérletek folytatódnak, és nyilván nem csupán az agy regenerációjáról, megújulá-sáról nyújtanak majd új ismereteket, hanem a „szocializációs programok” biológiai alap-jairól is.

Yevgenia Kozorovitskiy and Elizabeth Gould: Dominance Hierarchy Influences Adult Neurogenesis in the Dentate Gyrus. *The Journal of Neuroscience*. 24 July 2004, 6755-6759

G. J.

SAJNÁLKOZÁS AZ AGYBAN

Vajon mely agyterület lehet felelős a sajnál-kozásért, rossz döntéseink felett érzett megbánásért, és azért, hogy hibáinkból tanulunk? Erre a kérdésre kereste a választ egy francia-olasz kutatócsoport. A *Science* magazinban közzétett vizsgálataikban – első szerző Nathalie Camille – a kísérleti szemé-lyeket egy számítógépes nyerő játék mellé ültették. A ruletsterűen működő pörgettyű mindkét oldalára lehetett fogadni, és mivel két ilyen virtuális szerkezet volt, a játékos abban is választhatott, hogy melyikre fogad. Természetesen a résztvevők örültek, ha nyertek, és bosszankodtak, ha a vesztek. A kutatók azonban megmutatták nekik, hogy mi lett volna az eredmény, ha a másik játékot választották volna. Azt tapasztalták, hogy ha a játékosok utólag látták, hogy mi történt volna, ha másként döntenek, az sokkal jobban befolyásolta érzéseiket, indulataikat, mint maga a nyereség vagy vesztes ténye. Hibáikból tanultak, és a kísérletek végére jelentős nyereséggel zárták szerencsejátékos pályafutásukat.

A kísérleti személyek másik csoportja olyan emberekből állt, akiknél a homlokle-beny alsó, szem fölötti része sérült. Ezek a kísérleti személyek is örültek, ha nyertek,

és bosszankodtak, ha vesztek, a „mi lett volna, ha ...” bemutatása azonban nem volt hatással rájuk. Azt a képességüket veszítették el, hogy gondolatban lejátsszák a másik döntés folyamatát és következményeit. Ők a kísérletek során nem is tudtak hibáikból tanulni, és veszteséggel zárták a játékot.

A kutatók tehát olyan bonyolult lélektani folyamatot, mint a rossz döntés megbánása, a „miért nem másként döntöttem...” felett érzett sajnálkozás, egy konkrét agyterülethez tudták kötni. Ezzel szerintük új lehetőségek nyílnak a pszichológiában, kialakulóban az agybiológia szintjén megközelíthető pszichológia.

Nathalie Camille et al.: The Involvement of the Orbitofrontal Cortex in the Experience of Regret. *Science*. 21 May 2004. 304. 1167-1170

G.J.

ÚJ REMÉNY SZKLERÓZIS MULTIPLEXBEN

A marihuána és a hasis hatóanyaga enyhíti a szklerózis multiplex okozta izomműködést, érinti tüneteit, csökkenti az izmok merevségét és görcsösségét. A brit John Zajicek (Peninsula Medical School) számolt be az ezzel kapcsolatos eredményekről szeptember elején egy exeteri nemzetközi konferencián (British Association for the Advancement of Science Festival). A *New Scientist Onlineszeptember* 10-én ismertette a tanulmányt.

Zajicek és munkatársai több mint ötszáz

betegnek adtak egy éven keresztül kannabinoid tartalmú készítményt illetve placebót, és azt tapasztalták, hogy azoknál, akik aktív szert kaptak, fizikai jellemzőkkel is igazolni lehetett az izmok állapotának javulását.

A kutatók már tavaly is beszámoltak kedvező eredményekről. Akkor azonban csak tizenöt héten át tartott a kezelés, és bár a betegek azt állították, hogy izmaik állapota javult, az izomműködés objektív jellemzőivel ezt nem lehetett alátámasztani. Nem lehetett tehát kizámi, hogy az eredmények a vadkender hatóanyagok kedélyjavító hatásával magyarázhatók. Sőt, az eredmények értékelését az is nehezítette, hogy azok, akik hatóanyagot kaptak, gyakran tudták, hogy ők nem a placebo csoportba tartoznak, hiszen érezték a kábítószeres hatást. Ezért azon betegek számára, akik ezt vállalták, meghosszabbították a klinikai vizsgálatot, azt remélve, hogy ha valóban segítenek ezek az anyagok – ahogy ezt korábbi állatkísérletek alapján vámi lehetett –, akkor az előbb-utóbb objektív módon mérhető lesz.

Bár Zajicek bevallja, hogy vizsgálatuk nem felel meg teljes egészében a hosszú távú gyógyszerkipróbálás szabályainak, mégis bizakodni lehet, hogy a kannabinoidokból születik olyan gyógyszer, amelynek segítségével enyhíthetők lesznek az ebben a ma még nem gyógyítható betegségben szenvedők kínjai.

G.J.

Jéki László – Gimes Júlia