

## Kitekintés

### KÉPALKOTÁS: MÁR EGYETLEN ELEKTRONSPIN IS LÁTHATÓ A MÉLYBEN

Nyolc évi erőfeszítés után Dan Rugar és munkatársai (IBM kutatóközpont, San Jose, Kalifornia) technikai áttörést értek el: szilíciumminta belsejében észlelték egyetlen (!) elektron spinjét. A megoldás elvezethet a molekulák háromdimenziós szerkezetének feltárására képes mikroszkóp megépítéséhez, alkalmazást nyerhet a kvantumszámítógépekben is. Egyedi atomokat eddig is lehetett tanulmányozni pásztázó alagútmikroszkóppal és atomerő-mikroszkóppal (AFM), de csak a felületen (lásd például a következő hírt). A mágneses rezonancia képalkotással (MRI) korábban is be lehetett pillantani az anyag belsejébe, de ennek a felbontása (kb.  $1 \text{ mm}^3$ ) meg sem közelíti az atomi méreteket, orvosi célokra viszont kitűnő. Az új megoldás két technika kombinációja: az MRI képalkotó erejét és az AFM érzékenységet házasították össze. Egy hagyományos elektronspin-rezonancia kísérlethez százmillió–tízmilliárd spinre van szükség, az új megoldásban már egyetlenegy is észlelhető. Nemcsak képalkotásra nyílik lehetőség, képesek lehetünk az egyedi spinek manipulálására, ezt az elektronikus információfeldolgozásban lehetne felhasználni.

Egy vízszintes konzol végére lefelé mutató, mikrométer méretű mágneses csúcsot illesztettek, a csúcs és a minta között erősen változó (2 gauss/nanométer) mágneses tér jön létre. A mágneses csúcs keltette állandó mágneses térhez oszcilláló tér is járul, ez gerjeszti az elektronspineket. A térgradiens

miatt az elektronspinek rezonanciafrekvenciája függ a mélységtől, tehát a gerjesztő tér változtatásával feltárható az éppen rezonáló spinek helye a mintában. Egyetlen spin mindössze 2 attonewton ( $10^{-18}$  newton) erőt fejtett ki a konzolra, ezt sikerült észlelni. Rugar kísérleteiben a mágneses csúcs és a minta mélyén rezonáló spin 250 nanométer távolságra voltak egymástól.

Hammel, P. Chris: Seeing Single Spins. *Nature*.

**430**, 15 July 2004, 300-301

Rugar, Dan et al.: Single Spin Detection by Magnetic Resonance Force Microscopy. *Nature* **430**, 15 July 2004, 329-332

Stokstad, Erik: Single-Electron Spin Measurement Heralds Deeper Look at Atoms.

*Science*. **305**, 16 July 2004, 322-323

*J. L.*

---

### ATOMTÖLTÉS EGYESÉVEL

A pásztázó alagútmikroszkóp megalkotása, az 1980-as évek óta az atomok és molekulák egyenkénti manipulálásának sok módját dolgozták ki. Jascha Repp és munkatársai most egyetlen, egy szigetelő felületén elhelyezkedő fématom töltésének a megváltoztatását oldották meg. Feszültségimpulzussal a semleges atomból negatív töltésű iont csináltak. A folyamat megfordítható, egy ellentétes feszültségimpulzussal az atom visszavihető semleges állapotába. Az atom pillanatnyi állapota kiolvasható a pásztázó alagútmikroszkópos felvételből. Réz alapra ultravékony szigetelő nátrium-kloridréteget vittek fel, ezen helyezkedtek el az aranyatomok. Az aranyatom egyszeres negatív töltést kapott. Az ion kevésbé emelkedett ki a felületből, mint a semleges atom, és az ion körül

szombrierőszerű töltésfelhő alakult ki a filmrétegben. A feltöltött atom helyzetét a felület deformálódása stabilizálta. Az új felfedezés nagy tudományos és valószínűleg jelentős technológiai jelentőséggel bír. Atomi kapcsolóként adattárolásra lehet használni. A korábbi, atomokra alapozott adattárolókban az atomokat mozgatták, ez a megoldás előnyösebb, hiszen nincs szükség az atom elmozdítására, az állapotváltozás helyben történik. A kutatók szerint a kapcsolási folyamat valószínűleg más felületen, más atomokkal is végrehajtható. Kis, néhány atomból álló csoportok töltésállapota is megváltoztatható ezzel a módszerrel.

Hom, Karsten: Charging Atoms, One by One. *Science*. **305**, 23 July 2004, 483-484  
Repp, Jascha et al.: Controlling the Charge State of Individual Gold Atoms. *Science*. **305**, 23 July 2004, 493-496

*J. L.*

---

## ÚJRA AZ EXOBOLYGÓKRÓL

Többször hírt adtunk már az idegen naprendszerek bolygóiról, az exobolygókról (*Magyar Tudomány* 2003/7; 2004/4; 2004/5 Kitekintés). Ahogy nő az ismert exobolygók száma, úgy szaporodnak a velük kapcsolatos megválaszolatlan kérdések. Az első, 1995-ben felfedezett exobolygó a Jupiterhez hasonló méretű óriás gázbolygó volt, de pályája nyolcszor közelebb volt csillagához, mint a mi naprendszerünkben a kis Merkúr pályája a Naphoz. Az exobolygók felfedezésére napjainkban két módszer létezik: a Doppler-eltolódás és a csillag periodikus fényességváltozásának megfigyelése. A Doppler-eltolódás mérése közvetett módszer: a csillaghoz közel keringő nagy bolygó befolyásolja, zavarja a csillag mozgását, ez jelenik meg a fény hullámhosszának eltolódásában. Csaknem az összes máig megismert exobolygót ezzel a módszerrel fedezték fel. A több mint száz, így felfedezett exobolygó között egy sem

akadt, amelynek 2,5 napnál rövidebb lenne a keringési ideje. Lehet, hogy az a gáz- és porkorong, amelyből a bolygó formálódik, a csillag erős mágneses tere miatt nem jut közelebb a csillaghoz. Az is elképzelhető, hogy a fiatal bolygó annyira felfűvódott, hogy a csillag magához ragadta. Mindkét lehetőségből egy minimális keringési távolság adódik.

Ha a Földről nézve a bolygó a csillag előtt halad el, akkor annak periódikusan lecsökken a fényessége. Tavaly fedezték fel ezzel a módszerrel az első exobolygót, keringési ideje mindössze 1,2 nap. Ezt és a később így felfedezett további két exobolygót (keringési idejük 1,4 és 1,7 nap) a Doppler-módszerrel is megvizsgálták, a periodikus fényességcsökkenés valóban egy csillag-bolygó párostól eredt. Nagyon rövid keringési idejük miatt új osztályba sorolták őket, ezek a „nagyon forró Jupiter-szerű bolygók”, a hosszabb keringési idejűek a „forró Jupiter-szerűek”. Miért és hogyan tudnak a nagyon forró bolygók közelebb kerülni csillagjukhoz, amikor a forró exobolygóknál létezni látszik egy minimális távolság? A Doppler-módszerrel egyetlen „nagyon forró Jupiter-szerűt” sem találtak, miért? Mérési hiba lenne, és nem exobolygóra utalna a megfigyelt fényességváltozás?

Basri, Gabor: Too Close for Comfort. *Nature*. **430**, 1 July 2004, 24-25

*J. L.*

---

## A MÉLY MÉLYEBB MEGÉRTÉSE

A Föld mélyében a mag és a köpeny közti mintegy 250 kilométer vastag, a szakirodalomban D"-nek nevezett határréteg kis térfogata ellenére geofizikai jelenségek sorának megértéséhez jelenthet kulcsot. Szeizmikus hullámok méréséből levont következtetések szerint a réteg viselkedése meglehetősen bonyolult. A nyomás elérheti a 135 gigapascalt, a hőmérséklet valószínűleg

a 2–4 ezer kelvin tartományba esik, ezért laboratóriumban nehéz a körülményeket szimulálni. A földköpeny alsó része, a 660–2900 km közti tartomány elsősorban perovszkit kristályszerkezetű magnézium- és vasszilikátokból ((Mg, Fe)SiO<sub>3</sub>) áll. Motohiko Murakami és munkatársai a MgSiO<sub>3</sub> poszt-perovszkitnak nevezett új fázisát hozták létre a D''-beli állapotokhoz hasonló körülmények között. A hat oxigénanionnal körülvett szilíciumkation a perovszkithoz hasonlóan oktahedrális elrendezést vesz fel, de a perovszkittól eltérően ezekből olyan réteges szerkezet áll össze, amelyben egymást váltják a magnézium- és szilíciumrétegek. Toshiaki Iitaka és munkatársai, valamint Artem R. Oganov és Shigeaki Ono kvantummechanikai számításokkal mutatta meg, hogy ez a szerkezet 0 kelvinen 100 gigapascal nyomáson is stabil lehet. A perovszkit és a poszt-perovszkit fázis közti átmenet a köpeny alaja felett 200–300 kilométerrel alakul ki. A helyileg hidegebb tartományokban a fázishatár magasabban, a forróbb tartományokban alacsonyabban alakul ki.

Duffy, Thomas S.: Deeper Understanding. *Nature* **430**, 22 July 2004, 409–410.

Iitaka, Toshiaki et al.: The Elasticity of the MgSiO<sub>3</sub> Post-perovskite Phase in the Earth's Lowermost Mantle. *Nature*. **430**, 22 July 2004, 442–445

Oganov, Artem R. – Ono, Shigeaki: Theoretical and Experimental Evidence for a Post-perovskite Phase of MgSiO<sub>3</sub> in Earth's D'' layer. *Nature*. **430**, 22 July 2004, 445–448

Murakami, Motohiko et al.: Post-Perovskite Phase Transition in MgSiO<sub>3</sub>. *Science*. 304, 7 May 2004 855–858

*J. L.*

## ELKÉSZÜLT

### A MESTERSÉGES PRION

Először sikerült mesterséges körülmények között előállítani a legrejtélyesebb kóroko-

zót, a szivacsos agyvelősorvadást okozó prionfehérjét. A San Fransisco-i Kalifornia Egyetem kutatói genetikailag módosított baktériumokkal termeltettek egészséges prionfehérjét, majd megtisztították a mikroorganizmus egyéb anyagaitól. A tiszta fehérjét fizikai behatásoknak – rázogatás – vetették alá, egészen addig, míg térszerkezete el nem romlott, azaz emlékeztetni nem kezdett a betegséget okozó prion szerkezetére. Ekkor a molekulákat egészséges egerek agyába juttatták. Az állatok egy-két évvel később produkálták a „kergemarhakór” tüneteit. Pusztulásuk után agyukat patológiai vizsgálatnak vetették alá, és megállapították, hogy egyrészt a beteg állatok agya kóros prionfehérjéket tartalmaz, másrészt tele van a kórképre jellemző, az idegsejtek tömeges pusztulását mutató üregekkel. Ugyanakkor, ha a beteg állatok agyából kivonatot juttattak egészséges állatok agyába, kialakult az agyvelősorvadás.

A kutatásokban részt vett Stanley Prusiner, aki 1997-ben orvosi Nobel-díjat kapott a prionbetegségekkel kapcsolatos kutatásaiért, egyebek között a prionelmélet megalkotásáért. Eszerint az emberi Creutzfeldt-Jacob-betegséget, a marhák „kergemarhakórját”, a juhok *scrapie*-nek nevezett kórképét egy olyan kórokozó okozza, amely csak fehérjét, de örökítőanyagot nem tartalmaz (prion = *protein only* – Prusiner elnevezése). A prion-elmélet szerint a betegség azért alakul ki, mert néhány idegsejtben elromlik a prionfehérje térszerkezete, ezek dominószerűen elrontják a többit, s ezért az idegsejtek tömegesen pusztulnak el. Az első hiba spontán is kialakulhat, de fertőzés eredményeként is megjelenhet. Fertőzés esetén – például Creutzfeldt-Jacob-kórban szenvedő ember agyából származó hormonkészítményekkel régebben történtek fertőzések – beteg agyból kerülhetnek egészséges szervezetbe azok a hibás térszerkezetű prionfehérjék, amelyek elrontják a jókat. Ugyanez történik

akkor is, amikor beteg marhából származó agyvelő fogyasztása indítja el az emberi betegséget. (A 90-es évek második felében, a híres angliai marhavész után derült csak ki, hogy állatról emberre is terjedhet a betegség. Addig úgy képzelték, hogy minden fajnak megvan a maga szivacsos agyvelősorvadása, és a fajok között lévő határokat nem lehet átlépni.)

A Kalifornia Egyetem kutatóinak eredménye egyrészt azért jelentős, mert minden kétséget kizáróan bizonyítja Prusiner elméletét – amelyet azóta is sokan vitatnak –, hiszen a szintetikus prion biztosan nem tartalmazott semmiféle örökítőanyag-darabot. Másrészt a mesterséges prionok alkalmazásával meginduló új kutatások segíthetnek a betegség kialakulásának megértésében. Hiszen máig sem tudja senki, hogy mitől romolhatnak el spontán a prionfehérjék, és ha már elromlottak, miért és hogyan rontják el a többit, illetve hogy egy „idegentől kapott” rossz térszerkezetű prion hogyan teszi ezt. Azaz, hogyan fertőz a prion.

A szivacsos agyvelősorvadás ma még teljesen gyógyíthatatlan betegség, kialakulási mechanizmusának megértése gyógyszerek kifejlesztéséhez vezethet.

Nem véletlen, hogy a Kaliforniai Egyetem kutatóinak eredményeiről július végén számos internetes tudományos folyóirat (Nature Science Update, New Scientist stb.) beszámolt.

Legname, Giuseppe et al.: Synthetic Mammalian Prions. *Science*. 305, 30 July 2004, 673-676

G. J.

---

## SZOPTATÁSSAL AZ EMLŐRÁK-GÉN ELLEN

A szoptatás jelentősen csökkenti az emlőrák kialakulásának kockázatát azoknál a nőknél is, akik a betegségre hajlamosító genetikai

adottsággal rendelkeznek. A 90-es évek eleje óta ismert, hogy az ún. BRCA1 gén bizonyos eltéréseit hordozó asszonyok nagyobb eséllyel betegszenek meg mellrákban, mint a mutációval nem rendelkező társaik. Most kanadai kutatók *dr. Steven A. Narod* (Center for Research in Women's Health, Toronto) vezetésével egy közel ezer nőt érintő epidemiológiai vizsgálatban kimutatták, hogy ha a génhibával rendelkező hölgy legalább egy évig szoptat, kb. hatvan százalékkal kisebb az esélye a betegségre. Az eredmények az Amerikai Nemzeti Rákintézet lapjában jelentek meg.

Bár évek óta léteznek adatok arra, hogy a szoptatás némi védelmet jelent a mellrák ellen, a mostani cikket a szakemberek mégis fontosnak tartják. Egyrészt azért, mert a védőhatást jóval jelentősebbnek találták azoknál, akik rendelkeznek a hajlamosító BRCA 1 génhibával, mint azoknál, akiknek génje egészséges.

Másrészt, a mutáció kimutatására évek óta létezik genetikai teszt. Elvégeztetését azoknak a nőknek ajánlják, akiknek családjában több emlőrák is előfordult. Sokan azonban a betegségtől való rettegés miatt nem mennek el genetikai vizsgálatra, melynek értelmét sok szakember abban látja, hogy amennyiben pozitív, az illetőnél gyakrabban kell szűrővizsgálatot végezni, és így nagyobb a korai felismerés esélye. A kanadai kutatók abban bíznak, hogy eredményeik sok asszonyt meggyőznek arról, hogy érdemes a tesztet megcsináltatni. Hiszen ismét bizonyítják, hogy a génmutáció jelenléte nem teszi törvényszerűvé a félelmetes kór megjelenését, másrészt komoly védelmet jelent egy olyan dolog, ami a nők többségének nem csupán természetes, de nagy örömet is jelent.

Journal of the National Cancer Institute, July 21, 2004.

G. J.

## LEBUKOTT A PATTANÁS-BAKTÉRIUM

Befejeződött egy újabb baktérium, az ún. *Propionibacterium acnes* örökletes anyagának megfejtése. A párizsi Pasteur Intézet és a göttingeni George-August Intézet munkatársai megállapították, hogy a mikroorganizmus DNS-e 2,5 millió bázisból áll, és 2333 gént is azonosítottak. Ezen gének között számos olyat találtak, amelyek az emberi bőr lebontását végző enzimek előállításához szükséges információkat kódolnak. A kutatókat irányító dr. Holger Brüggemann szerint az eredmények segíteni fogják a sok-sok kamaszt érintő pattanásos bőrbetegségek kezelését, hiszen a baktérium örökítőanyagá-

nak ismeretében megfejtethők lesznek azok a trükkök, amelyeket a kórokozó használ, s így célzott gyógyszeres terápiát lehet ellene kidolgozni. Jelenleg ugyanis a súlyos aknét olyan antibiotikumokkal kezelik, amelyek a szervezet hasznos baktériumait is elpusztítják, másrészt világszerte terjednek azok a kórokozók, amelyek rezisztensek a közönséges antibiotikumokkal szemben – nyilatkozta dr. Brüggemann a Reuters hírügynökségnek.

Brüggemann, Holger et al.: The Complete Genome Sequence of *Propionibacterium Acnes*, a Commensal of Human Skin. *Science* 305, 30 July 2004, 671-673

G. J.

Jéki László – Gimes Júlia

