

# VATAI ENDRE

1936–2008

Vatai Endre útja Kisújszállásról, egy nyolcgyermekes családból és az ottani gimnáziumból indulva a Lenin-grádi Egyetemen keresztül vezetett az ATOMKI-ba, amelynek 1961-től volt munkatársa.

Munkáját az intézetben a Magspektroszkópai Csoportban kezdte (és végig ott is dolgozott), ahol a csoport munkatársaival együtt már pályája elején nemzetközileg is elismert eredményeket ért el egyes radioaktív folyamatok (belső fékezési sugárzás, elektronbefogás-bétabomlás viszonya) még ismeretlen részleteinek tisztázásában. Ezzel kapcsolatban érdeklődése egyre inkább a béta-bomlás, illetve a gyenge kölcsönhatások elmélete felé fordult. Ebben az időszakban – a hetvenes évek elején – került sor hosszabb amerikai tanulmányújtjára (Georgia Institute of Technology), majd a kandidátusi fokozat megszerzésére.

Pályájának csúcspontját az úgynevezett tükörkép atommagok béta-bomlásának és különböző más béta-bomlási jelenségeknek a vizsgálata során elért eredmények képezték. Megállapította többek között, hogy a másodfokú indukált gyenge kölcsönhatási áramok nem jelennek meg az atommagok béta-bomlásában. Ezeket az eredményeit a *Nature* szerkesztőségi cikk-

ben elemezte, méltatta. A szóban forgó eredményeket a szerkesztő jelentősnek és meglepőnek ítélte, amit azzal a fordulattal jellemezett, hogy a szerző „macskát dobott a galambok közé”.

Vatai Endre egyformán otthon volt és egyformán alkotott az elméleti és a kísérleti fizikában. Közleményei között kifejezetten instrumentális eredményekről beszámoló cikkeket is találunk, sőt az ipari alkalmazások sem voltak idegenek tőle (pl. *Komplex közetminták gyors meghatározása Si(Li) detektor felhasználásával*, vagy *Hordozható röntgenemissziós REA berendezés*).

Munkájának, életének biztos hátteret, támaszt nyújtott élete végéig családja: felesége, két fia és családjaik.

1991-ben, viszonylag fiatalon nyugdíjba kellett mennie betegsége miatt, így pályája kétségtelenül törést szenvedett, bár most visszatekintve meg kell állapítanunk, hogy maradandó eredményeket ért el. Azt is elmondhatjuk, hogy egy nem mindennapi tehetséget és egy korrekt, segítőkész, egyenes jellemű embert gyászolunk Vatai Endrében.

Berényi Dénes

## DISZKUSSZIÓ

### Hraskó Péter: AZ ANTROPIKUS ELVRŐL

(58. évfolyam, 10. szám, 321–322. oldal)

Tisztelt szerkesztőség!

Nagy örömmel szoktam olvasni lapjukat, amelyben gyakran találtam inspirációt a munkámhoz, és mindig tetszett a cikkek színvonala. Most viszont nagy csodálkozással olvastam az idei októberi szám bevezető cikkét, amely az antropikus elvről szól. Nem akarok a szerzővel most magáról az antropikus elvről vitatkozni, csupán rá szeretnék mutatni a bemutatott gondolatmenet problematikus voltára.

Röviden összefoglalva – a cikkben arról van szó, hogy van egy hipotézis **H** (antropikus elv), amely elméletileg közelebről nem tárgyalt bizonyítékok **B** halmazából következik. A bizonyítékok halmaza adatokat tartalmaz (azok hibáival), amelyeknek konkrét értékei bizonyítani hivatottak a hipotézist. A matematikai statisztika apparátusával a szerző megmutatja, hogy a hipotézis bizonyítása tautológia, vagyis körkörös

bizonyítás. Ha hiszünk a hipotézisben, vagyis az antropikus elvben, akkor azt bizonyítottak is látjuk, ha nem, akkor a fordítottját látjuk helyesnek.

A legnagyobb probléma a bemutatott gondolatmenettel az, hogy sehol sincs semmilyen konkrét specifikum, amely az antropikus elvhez kötődik. A **H** hipotézis lehet akármilyen más hipotézis is – példának megfelelő a gravitációs és tehetetlenségi tömeg ekvivalenciája. A **B** bizonyítékok halmaza is lehetne akármilyen – az adott példában például mérési adatok a klasszikus inga lengésidejéről különböző körülmények mellett. Erre a példára is ráillenek a cikkben felsorolt premisszák (1) – (3) és konklúzió (4), csak be kell helyettesíteni a szövegbe az aktuális variánst. Ebből viszont a szerző szerint furcsa dolgok következnek – ha elhiszük, hogy a gravitációs tömeg és a tehetetlenségi tömeg ekvivalensek, akkor ez igaz, és ha nem – akkor nincs bebizonyítva.

Nem szeretnék most belebocsátkozni olyan vitába, hogy hol is történt a hiba, mert matematikailag látszólag minden rendben van. A probléma megoldását valahol a természettudományos elméletek és mérések filozófiájában kell keresni. *Popper* és *Kuhn* ideje óta ma már tudjuk, hogy egy tudományos elméletet soha sem lehet végleg bebizonyítani, legfeljebb cáfolni. Egy elmélet annál szilárdabb lábakon áll, minél több cáfolási kísérletet állt ki eredményesen. Így van ez minden elmélettel – az elméletből következnek ugyan a várt mérési eredmények, de a mérési eredmények még nem bizonyítják az elméletet. Az elméletben mindig csak feltételesen bízunk meg, mert új adatok cáfolhatják ezt. A fizika történetében számos példa volt arra, hogy ugyanazokat az eredményeket egy új paradigma keretein belül, más elmélettel magyarázták.

A cikkben felhozott matematikai bizonyítás szépen illusztrálja a felvázolt filozófiai tételt, amely a tudományos elméletek körében általános érvényű. Ennek nem megfelelő módon viszont úgy volt bemutatva, mintha mindez csak az antropikus elvre lenne érvényes.

Öszinte tisztelettel

*Bánó Miklós*  
a matematikai és fizikai  
tudományok kandidátusa

Tisztelt Szerkesztő úr!

Bánó Miklós kritikája alkalmas arra, hogy a cikkemmel kapcsolatos tudományfilozófiai problémákra is kitérhessek. Az írásom célja az volt, hogy kimutassam: az erős antropikus elv premisszáiból csak abban az esetben következik az elv konklúziója (az, hogy a világ intelligens tervezettség következménye), ha ezt a konklúziót valamilyen mértékben már előzetesen elfogadjuk. Úgy gondolom – és Bánó Miklós sem vitatja –, hogy a cikkem gondolatmenete ezt valóban bizonyítja. A cikkben nem esik szó arról, hogy ez a gondolatmenet esetleg más, valóban tudományos hipotézisekre is alkalmazható lenne, és ez az, amit Bánó kifogásol. Szerinte ugyanis a gondolatmenetemben nincs semmi, ami csak az antropikus elvre lenne érvényes, ezért bármilyen hipotézisre, például a súlyos és a tehetetlen tömeg egyenlőségére is alkalmazható. „Ebből viszont a szerző szerint furcsa dolgok következnek” – írja, mert akkor egyetlen fizikai elmélet érvényessége sem alapulhat kizárólag a tapasztalati bizonyítékokon: az érvényességhez még az is kell, hogy már eleve higgyünk benne.

Ehhez az észrevételhez két hozzáfűzni valóm van, egy negatív és egy pozitív. A negatív megjegyzésem az, hogy a cikkem gondolatmenete egyáltalán nem alkalmazható egy-az-egyben a valóban tudományos hipotézisekre, mert az antropikus elv első premisszája érvénytelen rájuk. Matematikailag ezt a premisszát a val  $(\mathbf{B} | \bar{\mathbf{H}}) \ll 1$  képlet fejezi ki, amelynek az az értelme, hogy a tapasztalati tényeket (a  $\mathbf{B}$ -t) lehetetlen a  $\mathbf{H}$ -tól (az adott esetben az intelligens tervezettségtől) különböző  $\bar{\mathbf{H}}$  hipotézis alapján értelmezni. A tudományban azonban ilyen természetű feltételezésnek nincs helye.

Legyen például  $\mathbf{H}$  Newton általános tömegvonzási elmélete,  $\mathbf{B}$  pedig tartalmazza a bolygórendszer megfigyelt tulajdonságait. Több mint két évszázadon keresztül hitték azt, hogy ennél tökéletesebben lehetetlen megmagyarázni a Naprendszert, vagyis a newtoni gravitációelméletől gyökeresen különböző bármilyen  $\bar{\mathbf{H}}$  hipotézisre val  $(\mathbf{B} | \bar{\mathbf{H}})$  bizonyosan sokkal kisebb 1-nél. Azonban ma már tudjuk, hogy az általános relativitáselmélet Newton gravitációelméletének olyan  $\bar{\mathbf{H}}$  alternatívája, amelyre val  $(\mathbf{B} | \bar{\mathbf{H}})$  még sokkal közelebb van 1-hez, mint val  $(\mathbf{B} | \mathbf{H})$ .

Röviden: Az első premissza azért nem fér össze a természettudománnyal, mert kizárja a fejlődés lehetőségét, amely pedig a tudomány alapvető sajátossága.

A másik (pozitív) megjegyzésem a következő: Elfogadom és vállalom Bánó Miklós konklúzióját (noha ez az első premissza miatt szigorúan véve nem következik a cikkemből), hogy ha a tudós nem hinne eleve valamilyen mértékben a hipotéziseiben, akkor a kísérleti eredményeit önmagukban nem tekinthetné a hipotézisei igazolásának. A tudománynak ezt a sajátosságát a tudományfilozófusok az *indukció problémájára* vezetik vissza. Ezzel az elnevezéssel azt fejezik ki, hogy elszigetelt megfigyelésekből, mint amilyenek például a fizikai kísérletek, lehetetlen pusztán logikai úton általános érvényű következtetéseket levonni (kivéve talán a hipotéziseik tagadását). Ha ugyanis a  $\mathbf{H}$  hipotézisből levonhatók a  $\mathbf{B}$  következtetések (vagyis ezek a hipotézis bizonyítékai) és a kísérletek cáfolják  $\mathbf{B}$ -t, akkor a  $\mathbf{H}$  hipotézis nem lehet igaz. Ha ellenben a kísérletek során  $\mathbf{B}$  igaznak bizonyul, ebből *nem következik*, hogy akkor tehát a hipotézis bizonyosan korrekt. Nyilvánvaló ugyanis, hogy egészen más természetű hipotéziseknek is lehetnek ugyanilyen következményei. Az ilyen esetekben a  $\mathbf{B}$  kísérleti eredmény nem igazolja, hanem csupán plauzibilisabbá teszi  $\mathbf{H}$ -t. A Bayes-tétel segítségével (a cikkem gondolatmenetéhez hasonló okfejtéssel) analizálható, hogyan befolyásolják a bizonyítékok konkrét sajátosságai (mennyiségük, váratlanságuk stb.) a hipotézis hihetőségét, de az indukció problémáját ezzel a gondolatmenettel sem kerülhetjük meg. Kiderül ugyanis, hogy ha valaki egyáltalán nem bízik egy hipotézisben, a bizalmatlanságát semmilyen kísérleti eredmény sem ingathatja meg.

A természettudomány tehát nem az abszolút bizonyosságról szól, hanem konkrét hipotézisekről és bizonyítékaik minőségéről. Ezzel kapcsolatban szót kell ejtenünk az erős antropikus elv második premisszájáról is. Matematikailag ezt a premisszát a val  $(\mathbf{B} | \mathbf{H}) = 1$  képlet fejezi ki, amely azt jelenti, hogy a  $\mathbf{B}$  tények következnek a  $\mathbf{H}$  hipotézisből. Ilyen típusú feltevéseket (az első premisszával ellentétben) a valódi tudomány is használ. A bizonyítékok minőségét jelentős mértékben az határozza meg, hogy ezek mennyire kényszerítő erejűek. A nagyon jól megalapozott várakozásra példaként megint az általános relativitáselméletre hivatkozom (ez a  $\mathbf{H}$ ), amelyből következik, hogy a fénynek 1,75 szögmásodperc nagyságú elhajlást kell szenvednie, amikor a napkorong közelében elhalad (ez a  $\mathbf{B}$ ), és

ez csak egyike az elmélet hasonló jellegű pontos, megfigyelhető következményeinek. Mi felel meg ennek a valóban tudományos következtetésnek az erős antropikus elvben? Az, hogy ha a világ intelligens tervezettség eredménye (ez a **H**), akkor a kozmosz megfigyelt alapvető paramétereinek lényegében pontosan olyanoknak kell lenniük, mint amilyenek (ez a **B**). A két kijelentés formai azonossága ellenére nehéz megfelelő szavakat találni a minőségük közötti csillagászati távolság kifejezésére – az antropikus elv rovására.

Végül visszatérek Bánó Miklós szemrehányására, amiért „eltitkoltam”, hogy nemcsak az intelligens tervezettségben, hanem a természettudományos hipotézisekben is már bizonyos mértékig hinnünk kell ahhoz, hogy a bizonyítékaikat az igazolásuknak tekinthessük. Az „elhallgatásra” két okom is volt. Az első az, hogy csak az antropikus elv képviselői próbálják elhitetni,

hogy a Világegyetem megfigyelhető paramétereiből teljes bizonyossággal következik dédelgetett hipotézisünk, a világ tervezettsége. A természettudományok művelői ilyesmit felelősen sohasem állíthatnak a saját hipotéziseikről, mert különben nyilvánvaló ellentmondásba kerülnének a tudomány fejlődésének közismert tényeivel (a tudományos kutatással együttjáró pszichológiai nyomás azonban a praktizáló kutatót hajlamosíthatja arra, hogy abszolutizálja azokat a fontosabb hipotéziseket, amelyek a tudományterületén megszabják a kutatások fő irányát). A másik ok az volt, hogy féltem, ha nem korlátoznám magam a lényegre, ezzel szükségtelenül tompítanám a mondanivalóm élet. Reméltem, hogy ha a cikkem érdeklődést kelt, lesz még alkalmam írni a probléma többi aspektusáról is. Bánó Miklós lényegbevágó észrevétele erre adott most lehetőséget.

*Hraskó Péter*

## A FIZIKA TANÍTÁSA

# HOGYAN ÉLHETETT ERDŐS PÁL 2,5 MILLIÁRD ÉVET?

Simon Péter

Leőwey Klára Gimnázium, Pécs

*Erdős Pál* (1913–1996), a világhírű magyar matematikus a nyolcvanadik születésnapján adott tévéinterjúban közölte, hogy ő maga 2,5 milliárd éves. E meglepő kijelentés bizonyítása igen röviden a következő: „Amikor kicsi voltam, akkor a Föld 2 milliárd éves volt. Most [1993-ban] 4,5 milliárd éves.” Ez a szokatlan érvelés adta az ötletet, hogy áttekintsem, az egyes korokban mit is gondoltak a Föld koráról.

## A Biblia szerint

A zsidó-keresztény kultúrkörben a világ teremtett, amelyből óhatatlanul következik, hogy bolygónknak története és életkora is van. Az európai gondolkodásban sok mindenhez a Biblia adja a sorvezetőt. Leginkább olyan kérdésekben, amelyekre a tudomány sokáig nem tudott egzakt, minden gondolkodó által elfogadható választ adni. *Leonardo da Vinci* a tengerparttól több mint 200 km-re tengeri halak kövületeit találta. A 15. században korrekt válasznak tűnt, hogy a halak az özönvíz idején kerültek ilyen messzire a tengerparttól. Ezt a magyarázatot széles körben elfogadták, annak ellenére, hogy *Alhazan*, az arab orvos-tudós már a 11. században azt feltételezte, hogy a halak kövületei a tengerek alján a kőzetek kialakulá-

sakor keletkeztek, s a földmozgások juttatták őket a vizektől távol a szárazföld belsejébe. Hasonló feltételezést a nyugati tudományban csak *Nicolaus Steno* fogalmazott meg a 17. század második felében. Steno, egy dán orvos dolgozta ki a rétegtan alapjait.

A Biblia megkérdőjelezhetetlen tekintélyének köszönhetően a Föld korát először a Biblia alapján próbálták megállapítani. *James Ussher* ír érsek az Írásban előforduló generációkat vette sorra, s az első emberpár megjelenésének idejét i. e. 4000-re teszi. Volt nála merészebb ember is. *John Lightfoot*, a cambridge-i egyetem teológia-professzora 1654-ben kijelentette, hogy a teremtés i. e. 4004. október 26-án délelőtt 9 órakor történt. A pontos időponthoz hibahatárt sem adott meg. A földtudomány ezen az adaton természetesen már rég túllépett. Ennek a becslésnek viszont kultúrtörténeti jelentősége van, a Biblia által leírt történet hosszát adja meg.

## A földtudomány születése

Végzettségük szerint jogászok, orvosok foglalkoztak először földtudománnyal. Az ő hobbitevékenységük alapozta meg a geológiát. Egyikük, *James Hutton* (orvos, 1726–1797) a saját birtokán fedezte fel, hogy a felszíntől lefelé haladva a kőzet réteges szerkezetű. Feltételezte, hogy ezeket a rétegeket a különböző korokban keletkező üledékes kőzetek alkotják, és

A pécsi Leőwey Klára Gimnáziumban 2008. november 6-án, a Magyar Tudomány Napján tartott előadás írott változata.