

# Einstein kozmosza

Michio Kaku

# Einstein kozmosza

Tér- és időfelfogásunk Albert Einstein  
képzeletének tükrében

A fordítás alapja:

Michio Kaku: *Einstein's Cosmos – How Albert Einstein's Vision Transformed Our Understanding of Space and Time*. Published by arrangement with W. W. Norton & Company, Inc., New York, 2004. All rights reserved.

Copyright © Michio Kaku, 2004

Fordította © Bojtár Péter, 2013

Szerkesztette: Rapajka Gabriella

Szaklektor: Budaházy György

Borítóterv: Juhász Gábor Tamás

HVG Könyvek

Kiadóvezető: Budaházy Árpád

Felelős szerkesztő: Koncz Gábor

ISBN 978-963-304-144-4

Minden jog fenntartva. Jelen könyvet vagy annak részleteit tilos reprodukálni, adatrendszerben tárolni, bármely formában vagy eszközzel – elektronikus, fényképeseti úton vagy más módon – a kiadó engedélye nélkül közölni.

Kiadja a HVG Kiadó Zrt., Budapest, 2013

Felelős kiadó: Szauer Péter

[www.hvgkonyvek.hu](http://www.hvgkonyvek.hu)

Nyomdai előkészítés: Kedves László

Nyomás: Gyomai Kner Nyomda Zrt.

Felelős vezető: Fazekas Péter

Michelle-nek és Alysonnak

# Tartalom

Előszó: Miért kell új szemmel vizsgálni Einstein örökségét? / 9

## I. rész

### ELSŐ KÉP: VERSENYFUTÁS A FÉNYUGÁRRAL

- 1. fejezet: Az Einstein előtti fizika / 17
- 2. fejezet: Korai évek / 29
- 3. fejezet: A speciális relativitáselmélet  
és a „csodák éve” / 57

## II. rész

### MÁSODIK KÉP: A MEGGÖRBUILT TÉRIDŐ

- 4. fejezet: Az általános relativitáselmélet és  
„életem legszerencsésebb gondolata” / 91
- 5. fejezet: Az új Kopernikusz / 113
- 6. fejezet: A Nagy Bumm és a fekete lyukak / 133

III. rész

BEFEJEZETLEN KÉP: AZ EGYESÍTETT MEZŐELMÉLET

7. fejezet: Egyesítés és harc a kvantummal / 151

8. fejezet: Háború, béke és  $E=mc^2$  / 183

9. fejezet: Einstein profetikus öröksége / 209

Köszönetnyilvánítás / 245

Felhasznált irodalom / 247

Jegyzetek / 251

Név- és tárgymutató / 265

## ELŐSZÓ

# Miért kell új szemmel vizsgálni Einstein örökségét?

**G**énius. A szórakozott professzor. A relativitáselmélet atyja. Albert Einstein mitikus figurája – szélborzolta hajával, zokni nélkül, lógó pulóverében és pipával a szájában, tudomást sem véve környezetéről – kitörölhetetlenül agyunkba vésődött. Életrajzírója, Denis Brian a következőképpen fogalmaz:

Elvis Presleyhez és Marilyn Monroe-hoz fogható popikon, aki sejtelmesen pillant ránk képeslapokról, magazinok címlapjáról, pólókról és az életnagyságot jóval meghaladó poszterekről. A televíziós reklámokban feltűnő képmásának jogait egy Beverly Hills-i marketingügynökség értékesíti. Miközben ő maga tiszta szívből gyűlölte volna az egész felhajtást.<sup>1</sup>

Einstein minden idők legkiválóbb tudósai közé tartozik: kiemelkedő figura, akit eredményei Isaac Newtonnal emelnek egy rangra. Abban sincs semmi meglepő, hogy a *Time* magazin az évszázad emberének választotta. Sok történész pedig

az elmúlt évezred legbefolyásosabb száz személyisége között tartja számon Einsteint.

A tudomány történetében betöltött szerepét figyelembe véve több érv is felsorolható amellet, miért is szükséges életét friss szemmel, új nézőpontból megvizsgálni. Először is mindjárt azért, mert elméletei oly mélyrehatóak és meghatározóak, hogy évtizedekkel ezelőtt megfogalmazott jóslatai még mindig rendkívül gyakran kerülnek a figyelem középpontjába. Létfontosságú tehát, hogy megpróbáljuk megérteni ezeknek a mindmáig ható elméleteknek a gyökereit. Az 1920-as években még elképzelhetetlen új eszközök (műholdak, lézerek, szuperszámítógépek, nanotechnológia, gravitációshullám-detektor) pásztázzák a kozmosz külső határait és az atommag belsejét, Einstein jóslatai nyomán pedig tudósok serege szerez Nobel-díjat. Az Einstein asztaláról lepottyanó morzsák új tudományos távlatokat nyitnak. Az 1993-as Nobel-díjat elnyerő két fizikus például közvetett módon igazolta azoknak a gravitációs hullámoknak a létezését, amelyeket Einstein még 1916-ban, az égbolton lévő kettős neutroncsillagok mozgása alapján valószínűsített. A 2001-es Nobel-díjat pedig három olyan fizikus kapta, akik a Bose–Einstein-kondenzátumok létét bizonyították, vagyis az anyagnak az abszolút nulla fok közelében kialakuló állapotát, amelyet Einstein még 1924-ben írt le.

Más jóslatai is sorra nyernek igazolást. A fekete lyukak létezését egykor az einsteini elmélet egyik bizarr aspektusának tartották, mára már a Hubble űrteleszkóp és az Új-Mexikóban felállított rádióteleszkóp-rendszer (Very Large Array) is igazolta. Az Einstein-gyűrűk és az Einstein-lencsék létét szintén bebizonyították, sőt ezek a jelenségek mára az univerzum távoli pontjain lévő, láthatatlan objektumok mérésében nélkülözhetetlenekké váltak.



De Einstein „tévedéseinek” is rendkívül nagy hasznát vesszük a világegyetemről szerzett ismereteink gyarapítása közben. 2001-ben a csillagászok meggyőző bizonyítékot találtak arra, hogy a *kozmológiai állandó*, amelyet Einstein egyik legkomolyabb melléfogásának tartottak, valójában az univerzum legnagyobb energiakonzentrációja, és ettől függ a kozmosz végső sorsa is. Egyre halmozódnak tehát az Einstein előrejelzéseinek helyességét bizonyító tények.

Másodszor, öröksége nemcsak reneszánszát éli, hanem a fizikusok újra is értékelik azt, méghozzá elsősorban gondolkodási módszerét. Miközben az elmúlt években született életrajzok szinte percről percre feltérképezték magánélete mozzanatait, így próbálván nyomára bukkanni elméletei kiindulópontjának, a fizikusok egyre tisztábban látják, hogy Einstein teóriái nem feltétlenül misztikus matematikai összefüggésekből (és még kevésbé szerelmi életéből) következnek, hanem elegáns és egyszerűen ábrázolható képekből. Einstein többször is kijelentette: ha egy új elmélet nem egy gyermekek számára is jól érthető, konkrét képből indul ki, akkor valószínűleg semmit sem ér.

Könyvemben tehát éppen ezért Einstein tudományos képzelőerejének termékei szolgálnak rendezőelvként, és ezen képek köré szervezve jelennek meg gondolkodási folyamatai és legfőbb eredményei.

Az első rész középpontjában az a kép áll, amelyet még 16 éves korában képzelt maga elé: Hogyan nézne ki egy fény sugar, ha ő, mellette haladva, versenyt futna vele? Ezt a képet feltehetően egy gyerekkönyv ihlette. Azzal pedig, hogy vizualizálta, mi történne akkor, ha valaki versenyt futna a fény sugarral, Einsteinnek sikerült rátapintania a korszak két nagy elmélete – a Newton-féle erőtvények, illetve a Maxwell-féle mezőelmélet – és a fény között feszülő alapvető ellentmon-

dásra. Miközben nekilátott e paradoxon feloldásának, Einstein arra is rájött, hogy a két korszakos elmélet valamelyike – mint később kiderült, Newtoné – bukásra van ítélve. Bizonyos értelemben ebben az egyetlen képben összesűrítve megtalálható a speciális relativitás elméletének egésze, amely a későbbiekben aztán fényt derített a csillagok és az atomenergia titkaira is.

A második részben egy újabb képet veszünk szemügyre. Einstein úgy képzelte el a bolygókat, akárcsak az üveggolyókat, amelyek egy görbült felszínen mozognak a Nap körül, és ezzel szemléltette azt az elképzelését, hogy a gravitáció a téridő görbülete eredménye. Azzal, hogy a Newton által leírt erőket egy sík felület görbületével helyettesítette, a gravitációs elmélet teljesen újszerű, forradalmi magyarázatát adta. Ebben az új vonatkoztatási rendszerben a Newton-féle „erők” illúziók csupán, amelyeket maga a térgörbület idéz elő. Ennek az egyszerű képnek köszönhetjük azt is, hogy tudunk a fekete lyukakról, a Nagy Bummról és univerzumunk végső sorsáról.

A harmadik rész nem egy képből indul ki, ugyanis arról szól, miért *nem* sikerült Einsteinnek leképeznie *egységes tér-elméletét*, amellyel megkoronázhatta volna az anyag és energia kutatásának két évezredes erőfeszítéseit. Einsteint egyre inkább cserbenhagyták megérzései, mivel abban az időben az atommagot és a szubatomi részecskéket irányító erők teljességgel ismeretlenek voltak.

Befejezetlen egyesített térelmélete és a *mindenség elmélete* (Theory of Everything) irányuló, harminc éven át tartó kutatása azonban közel sem bizonyult kudarcnak, bár erre csak nemrégiben derült fény. Kortársai afféle bolondériának tartották erőfeszítéseit. Einstein életrajzírója, Abraham Pais fizikus például így sajnálkozott:

Élete fennmaradó harminc évében továbbra is aktívan folytatta a kutatómunkát, de hírneve feltehetően nem csökkent volna, sőt talán még gyarapodik is, ha ekkorra már felhagyott volna vele.<sup>2</sup>

Más szóval: öröksége még értékesebb volna, ha nem 1955-ben fejezi be fizikusi pályafutását, hanem 1925-ben.

Ám az elmúlt évtizedben, köszönhetően a *húrelmélet*, illetve az *M-elmélet* megjelenésének, a fizikusok is megkezdték Einstein kései munkájának és örökségének újraértékelését. Az egyesített térelmélet kutatása központi szerepet kapott a fizika világában, a mindenség elméletének megalkotásáért folytatott versenyben való elsőség fiatal és nagyra törő fizikusok egész nemzedékének vált végső céljává. Az egyesítés, amelyet valaha a korosodó fizikusok karrierjének sírba hanyatlásaként értékelték, mára az elméleti fizika meghatározó tárgya lett.

Könyvemben frissen és új szemszögből igyekszem bemutatni Einstein úttörő munkáját, sőt egyszerű és konkrét képeit használva kiindulásul, máig ható örökségéről is pontosabb ábrázolást tudok készíteni. Hiszen az ő meglátásai táplálják korunk nemzedékét, a világűrben és a legfejlettebb fizikai laboratóriumokban folytatott, forradalmian új kísérleteket, és ezek tüzelik azt az intenzív kutatómunkát is, amelynek végső célja Einstein leghőbb vágyának beteljesítése, a mindenség elméletének megalkotása. Úgy vélem, ő maga is azt kívánta volna, hogy életét és munkáját ebben a szellemben tárják elénk.