

**Albert Einstein**  
VÁLOGATOTT ÍRÁSAI

PRINCIPIA PHILOSOPHIAE NATURALIS

~ 4 ~

Sorozatszerkesztő  
ROPOLYI LÁSZLÓ ÉS SZEGEDI PÉTER

A sorozat következő kötete:  
*Wigner Jenő válogatott írásai*

# Albert Einstein

VÁLOGATOTT ÍRÁSAI

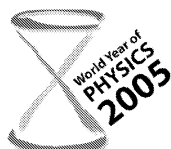
Válogatta és az előszót írta

SZÉKELY LÁSZLÓ

*Megjelenik a Fizika Évében, a speciális relativitás  
elmélete megszületésének 100. és Albert Einstein  
halálának 50. évfordulója alkalmából.*

TypoTeX  
Budapest, 2005

A mű megjelenését a Magyar Tudományos Akadémia  
Fizika Osztálya támogatta



A szerkesztési munkákat és a kísérőtanulmányt  
a T/F 046261 számon az OTKA támogatta

A szöveget gondozta:  
Szegedi Péter és Székely László

Hungarian translation © Gerner József, Nagy Imre,  
Szécsi Ferenc, Typotex; 2005  
Hungarian edition © Ropolyi László, Szegedi Péter,  
Székely László; Typotex, 2005

## Tartalom

Albert Einstein élete és műve	9
I. RÉSZ. RELATIVITÁSELMÉLET	
A mozgó testek elektrodinamikájáról	81
Függ-e a test tehetetlensége energiatartalmától	104
Párbeszéd a relativitáselmélet elleni kifogásokkal kapcsolatban	109
Az általános relativitáselmülethez kapcsolódó kozmológiai vizsgálódások	127
Éter és relativitáselmélet	145
A relativitáselmületről	159
Mi a relativitáselmélet?	164
A fizika tér-, éter- és erőter problémája	172
II. RÉSZ. A KVANTUMMECHANIKA ÉS A DETERMINIZMUS KÉRDÉSE	
A. Einstein, R. C. Tolman és B. Podolsky: A múlt és a jövő ismerete a kvantummechanikában	191
Einstein, B. Podolsky és N. Rosen: Teljesnek tekinthető-e a fizikai valóság kvantummechanikai leírása?	195
A kvantummechanika és a valóság	206
A kvantummechanikai indeterminizmusról	213

### III. RÉSZ. TUDOMÁNY, VALLÁS, FILLOZÓFIA

Székfoglaló beszéd a porosz tudományos akadémián (1914)	229
A tudományos igazságról	234
A tudományos kutatás alapelvei	236
Az elméleti fizika módszeréről	241
Johannes Kepler	250
Newton mechanikája és hatása az elméleti fizika kialakulására	256
Maxwell hatása a fizikai valóságról alkotott felfogás fejlődésére	268
Vallás és tudomány	274
A kutatás vallásossága	280
Geometria és tapasztalat	282
Fizika és valóság	294

### IV. RÉSZ. EINSTEIN AZ EMBER

Hogyan látom a világot?	345
Az élet értelméről	351
Jó és rossz	352
A tanítás szabadságáról	353
Válasz az amerikai nőknek	356
A béke	357
A pacifizmus problémája	358
Két beszéd „A palesztínai építőmunkáról”	360
A szellemi együttműködés intézménye	363
Az 1932-es leszerelési konferencia	366

Levélváltás a Porosz Tudományos Akadémiával	374
IV. RÉSZ. EINSTEIN TUDOMÁNYOS ÖNÉLETRAJZA	
Önéletrajz	383





## ALBERT EINSTEIN ÉLETE ÉS MŰVE

### 1. *Az Einstein-mítosz*

1919. november 7-ének reggelén Albert Einstein arra ébredt, hogy világhírű – írja életrajzi monográfiájában R. W. Clark.<sup>1</sup> S valóban: ez a reggel kitüntetett nap volt a fizikus életében – de talán még inkább a XX. századi európai gondolkodás- és kultúrtörténetben. Ugyanis az európai közvélemény, a kortárs fizika berkeiben járatlan, de a világ dolgai iránt érdeklődő, újságolvasó ember ekkor szerzett tudomást arról, hogy valahol Németországban, Berlinben él és alkot egy Albert Einstein nevű tudós ember, aki forradalmasította a fizikát, megingatva a mindaddig megingathatatlanul igaznak tartott, iskolai tananyagga vált newtoni tanítást. Ez az a nap, melyet követően Einstein – legalábbis az európai kultúrkörben – a modern tudós zseni (s általában: „A zseni”) paradigmaticus figurájává vált, s e napon kezdődött az a kultúránkat mindmáig jellemző Einstein-kultusz, mely egyaránt mitizálta személyiségét és művét, a relativitás elméletét. A kérdésre, ki volt a XX. század legnagyobb tudósa, ma az iskolázott emberek túlnyomó

<sup>1</sup> Clark, R. W.: *Einstein: The Life and Times*. London, etc., Hodder and Stoughton, 1973. 231. o.

többsége minden bizonytalanság nélkül az ő nevével válaszolna, s nehéz elképzelni olyan, legalább alapfokú képzettséggel rendelkező személyt, aki ne hallott volna róla – még akkor is, ha az illető egyébként egyetlen egy XX. századi tudóst sem tudna rajta kívül megemlíteni.

De mi is történt ezen a napon, mely ily markáns fordulatot hozott a fizikáról való európai közgondolkodásban és ily ismertté tette a berlini tudós nevét? Hiszen Einstein ekkor már több mint másfél évtizeddel túl volt a speciális relativitás elméletének megalkotásán, közel öt éve volt már, hogy matematikus segítőjével Marcell Grossmannal karöltve kidolgozta és publikálta az általános relativitás elméletét, s két éve tette közzé a XX. századi kozmológiát új pályára állító kozmológiai dolgozatát. 1919 után – talán a kvantummechanika Bohr és Heisenberg nevével fémjelzett koppenhágai interpretációjára reflektáló, nem annyira fizikai, mint inkább a kvantummechanika logikai-fogalmi alapjait elemző néhány tanulmányán kívül – nem alkotott már alapvetőt a fizika területén: az életmű kész volt. S a kortárs fizika élvonalában dolgozó fizikusok között nem csupán ismert és elismert, köztisztviselőként álló személyiségként élt már ekkor, hanem rangos pozícióval is rendelkezett a berlini egyetemen és a Kaiser Wilhelm Institut für Physikben, ahol a német állam a szabad alkotómunka biztosítása érdekében minden kötelezettség és külső elvárás nélkül nem csupán a kutatás körülményeit biztosította számára, hanem tisztességes fizetésben is részesítette. Mégis, egy nappal korábban az utca em-

bere semmit sem tudott arról, amiről a következő napokban az újságok tudósították: hogy Newton fizikája, melyet az iskolában tanítottak neki, nem egészen úgy érvényes és igaz, mint amiképpen azt ő megtanulta.

A kulcsot 1919. november 7-ének reggeléhez a Royal Society és a Royal Astronomical Society előző napi együttes ülése szolgáltatja, ahol egy másik tudósnak, az angol fizikusnak és csillagásznak, Arthur Eddingtonnak beszámolóját vitatták meg. Az már ismert volt, hogy az általános relativitás elméletéből – azon túl, hogy az elmélet gyökeresen új fogalmi alapokra helyezi a gravitáció fogalmát – három olyan, a megfigyelhető jelenségekre vonatkozó számítási eredmény („tapasztalati előrejelzés”) következik, amely karakterisztikusan eltér a newtoni eredményektől. Egyrészt a bolygók pályájának napközeli pontja („perihéliuma”) évente nagyobb mértékben fordul el, mint az Newton elméletéből következik. Másrészt a nagy tömegek mellett a fény pályája nem euklideszi egyenes, azaz – euklideszi módon gondolkodva – a pálya „elhajlik”. Harmadrészt erős gravitációs térben az elektromágneses hullámok – így a fény – rezgésszáma („frekvenciája”) csökken, ami a látható fény esetében annak a vörös irányában történő eltolódását jelenti. Mármost, ami az első előrejelzést illeti, a csillagászok számára régóta ismert volt, hogy a Merkúr-pálya napközeli pontja nagyobb mértékben fordul el annál, mint amiképpen az Newton elméletéből következik. E jelenségre az általános relativitás elmélete megjelenéséig nem tudott senki

sem kielégítő magyarázatot találni, ám úgy tűnt, az elmélettel megoldódott ez a rejtély: az eltérés onnan származik, hogy nem Newton, hanem Einstein elmélete írja le helyesebben a gravitációt. Ami a harmadik előrejelzést illeti: Einstein elméletének megjelenésekor nem adódott olyan kézenfekvően megvalósítható kísérlet lehetősége, melynek segítségével a jelenség kimutatható lett volna. A második előrejelzésből viszont az következik, hogy a csillagfény pályája a Nap közelében „elhajlik”. Ez pedig a Nap közelében látszólag megjelenő csillagok teljes napfogyatkozáskor mért pozíciójának, majd ugyanezen csillagok éjszaka mért pozíciójának összevetése alapján ellenőrizhető, s ezúton magának az „elhajlás”-nak (azaz az euklideszi egyenes-től való eltérésnek) konkrét mértéke is meghatározható. Így a Nap mellett elhaladó csillagfény vizsgálata a Merkúr-pálya perihéliumának éves elfordulása mellett egy újabb kézenfekvő lehetőséget kínált az új elmélet ellenőrzésére. Arthur Eddington pedig jó érzéssel ismerte föl ezt a lehetőséget: 1919. november 6-án az ugyanezen évi, május 29-i teljes napfogyatkozáskor készített fényképfölvételek kiértékelésének eredményét tárta a Royal Society elé, s erről számolt be azután másnap reggel vastag betűs címmel az eseményt szenzációként tálaló londoni Times, az angol sajtó vezető orgánuma.<sup>2</sup>

<sup>2</sup> Az Einsteint világhírűvé tévő cikk a londoni Times 1919. november 7-i számában jelent meg: „Forradalom a tudományban. A világegyetem új elmélete. Newton elméletét megdöntötték.” – címmel. E cikk nyomán 1919. november 10-én a New York Times nagy terjedelemben foglalkozott a témával,

„Valósággal borzongtam” – emlékezett vissza később Eddington azokra a pillanatokra, amikor a fotólemezek kiértékelése során egyre inkább bizonyossá vált számára, hogy azok nem Newton, hanem Einstein elméletét támasztják alá. Azóta persze a tudománytörténeti kutatás kimutatta, hogy ha számos fölvetel alapján Eddington joggal borzonghatott is, az eredmények mégsem voltak olyan egyértelműek. Bár nem kellett meghamisítania azokat, mert valóban az einsteini előrejelzés felé tendáltak, a mérések nem voltak olyan pontosak, hogy a pozitív következtetést minden kétség nélkül ki lehetett volna mondani: Eddingtonnak némileg „temperálnia” kellett a megfigyelési adatokat annak érdekében, hogy Einstein igazát Newtonnal szemben határozottan állíthassa. Erre pedig jó oka volt: az angol tudományos intézmények jelentős bizalmat előlegeztek meg számára azzal, hogy pénzügyileg finanszírozták megfigyeléseit, s érdektelensége miatt a negatív eredmény – bár a mából visszatekintve tudományos szempontból ugyanolyan értékes lett volna, mint a pozitív – Eddington további tudományos karrierjét sodorhatta volna veszélybe, hiszen egy még általánosan el nem fogadott új elmélet megbukása közel sem váltott volna ki akkora szenzációt és bírt volna akkora értékekkel, mint Newton revíziója. Így minden bizonnyal az sem volt teljesen véletlen, hogy a november 6-i tudományos ülésen a sajtó képviselői is jelen voltak, s

majd november 11-én a Times tért vissza rá, s természetesen a német és francia lapok is hírt adtak a szenzációról.

másnap szenzációként számolhattak be e revízióról.

Így mai, divatos kifejezéssel fogalmazva Einstein sztárrá válása, s a newtoni elmélet revíziójának elfogadása „szociális konstrukció” volt. Csakhogy a radikális szociálkonstruktivistáknak még sincs igazuk: azóta jóval részletesebb és pontosabb megfigyelések állnak rendelkezésünkre, s ezek Newtonnal szemben már egyértelműen Einsteint támasztják alá. S a borzongásra történő eddingtoni visszamemlékezést sem tekinthetjük pusztán színleltnek: persze, hogy sikerre vágyott, persze, hogy érdekelt volt a pozitív eredményben. De abban, hogy erre a problémára tette föl tudományos karrierjét, a fizika – s ezen belül a relativitás elmélete – iránti mély érdeklődése fejeződött ki. Poppernek igaza van abban, hogy minden komoly természettudományos kutatás valódi motivációjában valamiképpen metafizikai jellegű, s Eddington is metafizikai élményként élhette meg, amikor a fotólemezekről nyert adatok a newtonival szemben az Einstein-féle előrejelzés irányába mutattak.

Ennek a látszólag nem Einsteinról, hanem Eddingtonról szóló rövid áttekintésnek igen nagy jelentősége van, hiszen Einstein a XX. századi – és a mai – ember számára egyáltalában nem csupán tudós, hanem egyúttal kultikus figura. Ezért egy róla szóló előszó elején megvilágító erejű lehet, ha röviden fölvezetjük a körülötte kialakult kultusz kibontakozásának első pillanatait. Ebből a szempontból pedig érdemes egy rövid pillantást vetnünk még arra, hogy Eddingtonnak és barátainak kiváló szervező-előkészítő tevékenysége mellett tar-

talmi oldalról miért válhatott Einstein az Eddington előadását követő napokban mitikus személlyé. Hiszen egyáltalán nem nyilvánvaló, hogy egy tudományos eredmény – bármily sajtókapcsolat és szervezőmunka is veszi azt körül – hasonló szenzációt váltson ki.

A sajtó Eddington sugalmazására Einsteint a szintén kultikus figuraként tisztelt Newtonnal szembesítette: egyrészt azt hangsúlyozta, hogy a sokáig követett newtoni elméletet új elmélettel kell fölváltani; másrészt az olvasó fölvilágosítást kapott arról, hogy itt és most, Berlinben, kortársaként él egy ember, aki képes volt erre a fölfedezésre. Az újságolvasó így egy olyan szenzációs eseménynek lehetett tanúja, mint amit annak idején az újkori fizikát meghatározó newtoni fölfedezés jelentett, és egy olyan zseniális tudós kortársaként azonosíthatta magát Newton után kétszáz évvel, mint maga Newton volt. Einstein kezdődő kultusza tehát Newton kultuszából táplálkozott (hiába fáradozott volna bárki is hasonló szenzáció kiváltásán egy tudományos eredmény kapcsán, ha ez az eredmény nem tette volna lehetővé a szembesítést a nagy Newtonnal), s legmélyebb társadalmi-kultúrtörténeti alapját az a meghatározó szerep képezte, melyet a XVI–XVII. században kibontakozó új természettudomány szerzett magának az újkori európai gondolkodás- és kultúrtörténetben.

Az Einstein-mítosz kialakulásához azonban minden bizonnyal a Newtonnal való egyidejű párhuzamvonal és szembesítés önmagában kevés lett volna: a szenzáció nyomán a relativitás elméleté-