

Érdekesség még, hogy az egyes beszélgetések címe fölött (ami az interjúalany nevét jelenti) mindig van egy rövid mondat (ez néha csak egy szó), ami az illető tudósra jellemző. Pl. Dirac neve fölött ez áll: „A hallgatag zseni”, Simonyi Károlyról: „Iszonyú rendet vágtam” vagy Kunfalvi Rezsónél: „Tanárélet”. A könyv végén kb. fél nyomtatott oldalas életrajzot és fényképet találunk mind a tizenöt, a könyvben szereplő interjúalanyról.

Az interjúk tartalmával kapcsolatban két dolgot szeretnék kiemelni. Az egyik, hogy *érdekesekek*, olvastatják magukat, de ugyanakkor szakmailag korrektek, hiteles fizikai ismereteket is közölnek. A szövegben számos érdekes, jellemző fénykép is található, amelyek összegyűjtése, közlése önmagában is értéknek tekinthető.

A fizikának, a magyar tudományos életnek és a tudománytörténetnek nyeresége ez a kötet, jó hogy ezek az interjúk így együtt megjelentek. Az ember csak azt fájlatja, akik kimaradtak, akikkel a szerző nem foglalkozott és nem jelentetett meg, ill. folytatott ilyen beszélgetéseket. Kinek-kinek nyilván más és más a hiányérzete. A recenzens a magyarok közül főleg Marx Györgyöt hiányolja, aki különös, egyedülálló jelensége volt nem csak a fizikának, de az egész magyar kulturális életnek, és Szalay Sándort, aki nem csak tudományos eredményivel és alkotásával, de ritka gerincességével is kiemelkedett a múlt századi magyar fizikusok spektrumából. Sajnos, ezek az interjúk már nem pótolhatók.

**Berényi Dénes**

### **Thomas Bührke: $E = mc^2$ – Bevezetés a relativitáselméletbe**

Dialóg Campus Kiadó, Budapest–Pécs, 2005. 123 lap

Az alig több mint százoldalas könyvecske egyike annak a számos kiadványnak, amely feladatának tekinti, hogy közel hozza a relativitáselméletet az érdeklődő laikushoz, megértesse vele annak gondolkodásmódját. Azt az elméletet, amelyik „...leglényegesebb részeiben minden tapasztalatnak ellentmond, amely az emberi érzék számára lehetséges.” (8. o.) Ennek megfelelően a könyv mottója: „Barátaimnak, akik már régóta szeretnék tudni, mit is rejt magában ez a különös elmélet.” (9. o.) A magyar kiadásnak – amely a Dialóg Campus Kiadó Tudományos Kiskönyvtára sorozat 2. köteteként jelent meg – kétségtelenül bizonyos aktualitást kölcsönöz az Einstein-év, azaz annak százéves évfordulója, hogy Einstein közleménye a

speciális relativitáselméletről az *Annalen der Physik*-ben megjelent. Különbösen ebben az évben publikált további jelentős cikkeket is, egyiket a Brown-mozgásról, egy másikat a fotoeffektusról (ez utóbbiért kapott Nobel-díjat 1921-ben).

A könyv egyébként az előszón, egy bevezető jellegű fejezeten és a függeléken kívül két fejezetből áll. Ezek a „Lassú órák és görbült terek”, illetve „A relativitáselmélet a hétköznapi világban” címet viselik. Ezek közül az előbbi a leghosszabb, a könyv terjedelmének több mint 70%-a és lényegében ebben a fejezetben kerül sor a speciális és általános relativitáselmélet ismertetésére.

A bevezető jellegűnek mondott fejezetben („Egy hivatalnok forradalmasítja a

fizikát”) bizonyos, Einstein életrajzára vonatkozó utalásokon túl összefoglalja a speciális és az általános relativitáselmélet legfőbb vonásait. „A speciális relativitáselmélet ... kizárólag olyan rendszerekre volt érvényes, amelyek konstans sebességgel mozognak. A kérdés: alkalmazni lehet-e a relativitás elvét a gyorsuló rendszerekre is?” Továbbá: „A gravitáló tömeget (amelyet a gravitáció okoz) a tehetetlen tömegtől (amely a gyorsulás következménye) nyilvánvalóan nem lehet megkülönböztetni. Ezért érezte azt Einstein, hogy a gyorsuló mozgás és a gravitáció között mélyreható összefüggésnek kell lennie.” (17. o.) „Newton a gravitációt távolba ható erőként értelmezte, amely instans módon, tehát késedelem nélkül, a térben mindenütt hat. Ez az elképzelés alapvetően különbözött az elektromágneses erőmezők maxwelli gondolatától, amelyek elektromos töltésű testekből indulnak ki és véges sebességgel, a fény sebességével terjednek. Az általános relativitáselmélettel Einsteinnek sikerült a maxwelli elmélettel analóg módon leírnia a gravitációt. Eszerint ez is a fény sebességével haladó hatás.” (18. o.)

Michelson és Morley kísérletei a 19. század nyolcvanas éveiben megmutatták, hogy a fény terjedési sebessége nem változik, akár a Föld haladási irányában, akár azzal ellenkező irányban mérik. Ez pedig azt jelentette, hogy egy egyenletes sebességgel mozgó rendszerben minden mechanikai (Galilei-féle relativitás) és minden elektrodinamikai folyamat változatlan marad. Vagyis: sem mechanikai, sem elektrodinamikai kísérletekkel nem lehet eldönteni, hogy egy rendszer áll-e vagy egyenletes sebességgel mozog. Erre, a fénysebesség állandóságára – amely egyébként a természetben előforduló legnagyobb sebesség – építette fel Einstein speciális relativitáselméletét. E szerint

nincs abszolút világidő, az egyidejűség relatív fogalom, egyáltalán az idő múlása függ a rendszer mozgásállapotától, ha ennek sebessége nagyobb, az idő lassabban telik. A múlt, jelen, jövő fogalma is revízióra szorul. A térről ugyanezt lehet mondani: minden adott mozgásállapotban lévő rendszerek saját ideje és saját „hosszmértéke” van. Minden távolság a mozgás irányában ugyanannyiszor rövidül meg, amennyiszer az idő lelassul („idő-dilatáció”, „hossz-kontrakció”). A speciális relativitáselmélet fontos következménye az energia és tömeg ekvivalenciája a könyv címében szereplő képlet szerint.

Einstein előtt néhány fizikus, mint pl. Lorenz, Fitzgerald, Poincaré nagyon közel került a relativitáselmélet megfogalmazásához, az érdem mégis Einsteiné. Maga Lorenz így ír erről: „Bevezettem a helyi idő elméletét, amely az egymáshoz képest mozgó viszonyítási rendszereknél különbözik. Azonban soha nem gondoltam, hogy ez a valós idővel lenne összefüggésben. A valós idő számomra még mindig az abszolút idő koncepciója által adott volt, amely minden koordináta-rendszertől független. Számomra csak ez az egy valós idő létezett. Az időtranszformációt csupán heurisztikus munkahipotézisként vettem figyelembe. Így a relativitáselmélet valóban egyedül Einstein műve.” (27. o.)

Az általános relativitáselmélethez részben az az „aszimmetria” vezetett, hogy a természeti jelenségek, így a természettörvények azonosságát csak egyenletes sebességgel mozgó rendszerekre mondta ki. Ez terjesztette ki az általános relativitáselmélet gyorsuló rendszerekre. Másrészt a Newtoni elmélettel szemben, amely a gravitációt állandóan ható erőként fogta fel, amely a testek közti teret, idővesztés nélkül hidalja át, megoldotta azt is, hogy a gravitációs tér felépüléséhez időre van szükség.

Ismeretes volt a gravitáló (amely a gravitáció során játszik szerepet) és tehetetlen (amelyik a gyorsításnak áll ellen) tömeg számszerű egyenlősége. Einstein feltételezte ezek teljes azonosságát. Ennek fizikai alapja az, hogy a gyorsulásnál fellépő tehetetlenségi erőt egy gravitációs erővel lehet helyettesíteni. Gondoljunk arra, hogy ha egy ablak nélküli liftben hirtelen úgy érezzük, hogy jobban a padlójához nyomódunk, nem tudjuk eldönteni, hogy a lift elkezdett-e felfelé gyorsulni, vagy egy új nagyobb gravitációs erő lépett-e fel a lift alatt.

Az elméletből kiderül, hogy valójában nincs is gravitációs erő, hanem a négydimenziós tér-idő görbül a testek hatására, minél nagyobb a tömegük, annál nagyobb mértékben, hasonlóan, mintha egy nagy golyó benyomja a gumilepedőt, a kisebb golyó hozzágurul, mintha a nagyobb golyó vonzaná a kisebbet. A térgörbület változása pedig ugyanúgy fénysebességgel terjed, mint az elektromágnes hatások.

A fényvel kapcsolatos következmény, hogy minél erősebb a gravitáció (minél erősebb a térgörbület) a fény annál lassabban halad éspedig ún. geodetikus vonalon. (Ezt különben minden olyan testre is el lehet mondani, amelyik tehetetlenségi mozgást végez, vagyis nem hat rá se gyorsító, se lassító erő (pl. súrlódás). Ez az adott térben két pont között a legrövidebb utat jelenti. Ez síkban egy egyenes, de pl. a Föld felszínén (egy gömbön) egy körív. 1919-ben egy napfogyatkozáskor a napkorong mögötti csillag észlelése az általános relativitáselnak döntő bizonyítéka volt. A gravitáció különben a fény frekvenciáját is csökkenti (vöröseltolódás).

Szó van azután még ebben a „fő” fejezetben az ún. gravitációs lencséről, az ősrobbanásról, a fekete lyukakról és a ne-

utroncsillagokról, valamint a gravitációs hullámokról egy-egy rövid alfejezetben.

Mindezek után hangsúlyoznunk kell, amit már az előszóban is olvashatunk, hogy a relativitáselmélet „...minden tapasztalatnak ellentmond, amely az emberi érzék számára lehetséges, vagyis a mindennapi szemléletet itt fel kell adnunk. Gondoljunk csak pl. a „lassuló időre” mozgó rendszerekben és ennek következtében az ebben élők lassabb öregedésére vagy a négydimenziós térre, amelyet valójában nem tudunk elképzelni.

A másik jóval rövidebb fejezetben először a nukleáris energiáról, mint az anyag energiává alakításának gyakorlatilag hasznosított formájáról (lásd atomerőművek), részben a relativitáselmélet jelentőségéről a műholdakkal, különösen az ún. navigációs műholdakkal kapcsolatban.

Végül meg kell jegyeznünk, hogy a könyv azon kívül, hogy a relativitáselméletre vonatkozó ismereteket közérthetően át akarja adni, beszámol az elmélet megszületése óta az egyre finomodó technikával elvégzett kísérletekről, amelyek az elméletet igazolják. Több mint tíz ilyen találunk, így pl. szó van arról a kísérletről, amelyben 1971-ben repülőgépek segítségével bebizonyították, hogy a repülőgépen lévő órák lassabban járnak, mint a földön lévőek (41–42. o.) vagy 1997-ben „fényből” anyagot állítottak elő egy hatalmas teljesítményű lézer-berendezésben (62. o.).

A könyv végén a Függelék két részből áll: egy rövid fogalomtárból, amelyben, a könyvben előforduló legfontosabb fogalmak, jelenségek rövid magyarázatát találjuk és egy név- és tárgymutatóból.

Elmondhatjuk, hogy a kiadvány az igényes érdeklődők széles köre számára teszi elérhetővé a relativitáselmélet megértését, jelentőségének megismerését.

**Berényi Dénes**