

Utazás a fizikában

Az ismeretterjesztés dilemmája

RADNAI GYULA

Joanne Baker a Science folyóirat fizikai rovatának szerkesztője. Cambridge-ben járt egyetemre, majd Sydneyben készítette el PhD-jét, fizikai doktorátusát. Szakterülete a csillagászat és a földtudományok. Nemcsak elkötelezett híve, de szakértője is a tudományos ismeretterjesztésnek. 2007-ben Londonban megjelent könyvének ezt a címet adta: „50 Physics Ideas You Really Need to Know” (50 fizikai fogalom, melyekről tényleg tudnod kell). A könyvet azóta több nyelvre lefordították, itthon a Ventus Libro Kiadó figyelt fel rá és adta ki 2011-ben, Kővári Zsolt hozzáértő fordításában, a következő letompított, némileg távolságtartó címmel:

„FIZIKA – 50 fogalom, amit ismereni kell”.

Tanulságos végigkövetni – legalább nagy vonalakban – a könyv felépítését, tartalmi és formai megoldásait, mert jól tükrözi a tudományos ismeretterjesztés jelen állapotát. A természettudomány valamely ágában művelt olvasó – pontosabban a fizika valamely ágában tájékozott olvasó – érthető kíváncsisággal veszi kézbe ezt a könyvet, amelynek olvasása során az alábbi dilemmával kerül szembe: egyrészt hálás minden olyan mondatért, ami nem az ő szakterületéről szóló ismeretet közvetít a számára, s közben elégedetten konstatálja: lám, lehet erről a bonyolult dologról is ilyen egyszerűen, érthető módon beszélni. Másrészt, amikor saját szakterületét érintő részhez ér, felháborodik azon, hogy lehet a témáról ilyen primitív, vulgáris, hibás megállapításokat tenni. Nos, így keletkezett a tudomány és a tudományos műveltség differenciálódásának a következményeként a természettudományos ismeretterjesztésnek ez a tipikusan mai dilemmája, amelyre meggyőző példákkal szolgál Joanne Baker könyve.

A Bevezetésben ezt olvashatjuk:

„E könyv utazás a fizikában, amely az alapoktól – például gravitáció, fény, energia – indulva olyan modern fogalmakkal ismerteti meg az olvasót, mint a kvantum, a káosz, vagy a sötét energia. Reméljük, hogy a kötet – akár egy jó útikönyv – még kíváncsibbá teszi az

olvasót, még több fizikai ismeret megszerzésére csábítja. A fizika ugyanis nemcsak alapvető tudomány, de szórakoztató is!”

Nos, tegyünk hát egy, a fizika világa körüli utazást Joanne Baker útikönyve alapján!

Indulás az ismert, klasszikus fogalmak felől

A Mach-elv talán még nem, de Newton mozgástörvényei biztosan minden érettségizett felnőtt számára ismeretesek. Aki azonban régen ismerkedett meg velük, hálás, ha a könyv segít feleleveníteni eze-



Joanne Baker

ket a törvényeket. Örül, amikor ilyen szépen megfogalmazott mondatot olvashat: „Galilei tehetetlenségi elvéből kiindulva Newton megfogalmazta első törvényét, amely úgy szól, hogy egy test mindaddig mozdulatlan marad vagy megtartja sebességét, amíg erőhatás nem éri.” Akkor már egy kicsit elbizonytalanodik, amikor

azt olvassa, hogy „Egy test gyorsításához szükséges erő arányos a test tömegével”, hiszen az $F = m \cdot a$ egyenletben, akárcsak az $y = m \cdot x$ egyenletben az „m” arányossági tényező...

Kepler törvényei és Newton gravitációs törvénye is szórakoztató olvasmány a könyvben. Egy-egy tanulságos, könnyen felfogható ábra, továbbá érdekes idézetek, Newton és Kepler olvasmányos, tömör életrajzai teszik színessé ezeket az oldalakat. Az energia és a lendület megmaradása, valamint a harmonikus rezgőmozgás képletek nélküli felelegetése is inkább bizalmat, mint averziót ébreszt. Hooke törvényével fejeződik be a könyvben a klasszikus mechanikai fogalmak tárgyalása, itt is hangsúlyozottan képletek nélkül, de megemlíti, mint modern alkalmazást, még a kötélugrást (bungee jumpingot) is.

Az egyetemes gáztörvény vezet át a termodinamikába, amelyből a második főtétel és az abszolút nulla fok tárgyalása kapott külön fejezetet. Az ismeretterjesztés régóta bevált eleme a jó értelemben vett hatáskeltés. Itt most egy Václav Havel-idezet és egy elég kritikus Kelvin-életrajz gondolkodtatja el a fizika világa körüli útra indult olvasót. Aki viszont megállapíthatja, hogy mindeddig olyan „városokon” haladt át az útja, amelyekben már azelőtt is járt, és amelyeket ismerősként üdvözölhetett. Az igaz, hogy nem minden mutatkozott éppen olyanak, amilyenek annak idején megismerte, de hát egy lelkes utazó ezen igazán nem lepődhet meg.

Amikor a Brown-mozgáshoz ér az elképzelt vonaton, átbogva a diffúzió értelmezésének és alkalmazásának virágos mezején, és hirtelen a fraktálok alagútjába fut be ez a vonat, ekkor veszi csak észre, hogy már a számítógépes animációk virtuális országába érkezett. Áthalad a pénzügyi mozgások és a kockázatelemzés szakadéka felett, s hipp-hopp megérkezik a káoszelmélethez. Felhagyva a képes beszéddel: itt egy tipikus huszadik századi téma és tudós jelenik meg. Newton, Kepler, Kelvin után Edward Lorenz (1917–2008), és az általa kiötlött, a népszerűsítő irodalomban azóta is sokat emlegetett pillangóeffektus. A szerzőnek annyira fontos ez a téma, hogy még a könyv címlapjára is rákerült egy kitárt szárnyú pillangó szép színes képe.

De mintha a szerző maga is megriadt volna a hirtelen ugrástól, a következő álmások újra a klasszikus fizika fontos terepei: a Bernoulli-egyenlet (képletek nélkül!), majd a legérdekesebb és legfontosabb fénytani jelenségek és törvények – szigorúan csak elmesélve. Itt válik egészen egyértelművé a szerző szándéka: matematika nélkül elmesélni a fizikát, megemlítve ugyanakkor a legmodernebb alkalmazásokat. Huygens neve kihagyhatatlan a hullámok tárgyalásakor, de ebben a könyvben ugyanitt van szó a róla elnevezett úrszondával végzett kísérletekről is. A fény terjedésére vonatkozó Fermat-elv után azonnal a matematikai „nagy Fermat-sejtés” huszadik századi bizonyítását idézi fel a szerző. Nem mondja ki a sejtést, nem ismerteti a bizonyítást, csak megemlíti, beszél róla. A Doppler-effektus „lényegét” is képletek nélkül magyarázza el, majd modern alkalmazásaként az exobolygók kutatásának XXI. századi eredményeit veszi elő.

Az elektromosság fogalmai közül meglehetősen egyéni módon választja ki az általa legfontosabbnak tartottakat, így azután az Ohm-törvényes fejezetbe kerül a statikus elektromosság is, meg az áram is. Faraday munkássága a Fleming-féle jobbkéz-szabályt tárgyaló fejezetbe kerül, míg végül a Maxwell-egyenletek „tárgyalása” zárja a klasszikus fizikát. Képletek nélkül? Na nem, ezt már nem lehet. Fel is írja a szerző mind a négy egyenletet egymás alá, differenciális alakban, a mértékrendszerre jellemző állandók nélkül – olyan az egész, mint egy ismeretlen nyelvű, régészek által talált sírfeirat. Jól mutatna egy pólón. A legérdekesebb az, hogy az egyenletek fizikai jelentését a szerző szavakban szépen el tudja mesélni. Nyelvezete olvasmányos, nem használ bonyolult körmondatokat, nyelvileg jól érthető az, amit mond. A mélyebb megértés elérése pedig nyilvánvalóan nem is volt a célja.

De haladjunk tovább, kövessük az úti könyvet!

Veszélyes vizeken, kődbe vesző tájakon át

A kvantumfizika alapfogalmainak bemutatása a következő címen jelenik meg a könyvben: „Talányos kvantumvilág”.

Elképzelt utazásunk során logikus egymásutánban jelennek meg a főszereplők (Planck, Einstein, Schrödinger, Heisenberg, Bohr) nevét, alkotásait jelző állomások. A szerző itt elemében van: szakmailag

sem támadható módon meséli el mindazt, amit matematikai megközelítés nélkül el lehet mesélni. Nem riad vissza a nehéz témáktól, sőt, mintha még élvezné is a felmerülő problémákat, látszólagos ellentmondásokat, értelmezési nehézségeket. Pihentetésül szürke háttér előtt megjelenő rövid életrajzokban árul el néhány kuriózumot a fizikusok életéről, ezek izgalmas olvasmányok. Néha túl tömörek, ami a tények rovására megy, amikor például ezt olvassuk: „Dánia 1940-es náci megszállásakor Bohr egy halászhajón Svédországon át Angliába menekült.” (Az igazság: hajón Svédországba, innen repülön Angliába, majd Amerikába – igencsak kockázatos módon...)



A könyv borítója

A kvantummechanika Bohr-féle kopenhágai értelmezését kétkedéssel fogadó Schrödingernek a kitalált „macskája” ugyanúgy bekerült a könyvbe, mint az EPR paradoxon, miközben még a teleportációról is olvashatunk néhány mondatot. Végül a Pauli-féle kizárási elv, s ennek csillagászati következményei, majd a szupravezetés és ennek BCS értelmezése zárja a talányos kvantumvilágban tett utazásunkat. Határállomás a régen áhított, magas hőmérsékletű szupravezetés.

Innen a magfizika országába lépünk át, amely Rutherford atommodelljével kezdődik, de a radioaktivitás ábécéje után rögvest „Az antianyag” állomásra fut be vonatunk. Diracról ugyan azt állítja egy helyen a szerző (vagy a fordító?), hogy francia fizikus volt, de a többi, vele kap-

csolatos állítás, bár ennél sokkal hihetlenebb, mind igaz. Újra előkerül a Mach-elv, társul hozzá a töltéstükrözéssel („C”) és tértükrözéssel („P”) megvalósuló CP-szimmetria, s ennek sérülése világunkban, az elméleti szakirodalomban sokat emlegetett CP-sértés is. A maghasadás állomáson végre egy magyar fizikus neve is felbukkan, Szilárd Leóé, az Einstein által Rooseveltnél elnöknek küldött nevezetes levél kapcsán. Logikusan következő állomás a magfűző, amelyben még a hidegfűzőről is olvashatunk jóindulatúan fogalmazott mondatokat.

A fizika világának a mai elméleti fizikusok által leginkább belakott része az elemi részek világa, amely az atommag feldarabolását követően jött létre az azal az igénnyel, hogy megértsük az atommag szerkezetét, felépítését, a magot összetartó erőket. Joanne Baker nem tétovázik, rögtön az ország fővárosába vezeti az utazót. Ez a város „A standard modell” nevet kapta. A felkészületlen utazó számára a hat kvark léte és neveik olyan mesevilágot idéznek, amely alig különbözik a hét törpe világától. Hófehérke, az „isteni részecske” létét akkor igazolták kísérletileg, amikor ez a könyv már megjelent, s ez egyben példája is annak a veszélynek, amely a mindenáron való aktualitásra törekvést fenyegeti az ismeretterjesztő irodalomban. Napilapok szerkesztői között dívik a mondás: nincs régebbi dolog, mint a tegnapi újság.

A szemléletes matematikával élő bennszülöttek számára kedvenc kirándulóhely lehet a Feynman-gráfok (a könyvben Feynman-diagramok) tartománya a kvantumelektrodinamika (QED) érdekében, ahol egy szírporkázó Feynman-életrajz mellett még a pingvin-diagramokról is szó esik. A részecskefizika záró fejezete, utolsó, máig éró állomása „A húrelmélet”. A ma már közhellyé vált 4D világában is kapkodja a fejét a jámbor utazó, amikor 10 vagy 11 dimenziós térben kell tájékozódnia. Az M elmélet nevének még az eredete se tisztázott: utalhat a sokdimenziós rezgő membránokra, de a misztikum kezdőbetűjére is, ami ebben az elméletben jól jelzi a benne és körülötte uralkodó bizonytalanságot, kételkedést.

Ezzel a XX. századi fizikával foglalkozik a könyv mintegy 70 oldalon át, miután a megelőző évszázadok fizikájára mintegy 90 oldal jutott. Talán indokolt is ez az aránytalanság, ha a fizikának a XX. század közepére bekövetkezett félelemkeltő súlyára gondolunk. Ezt kellett volna a század második felében felváltania a reménykeltő fizikának, amely azon-

ban egészen más köntösben jelent meg, mint amiben várták: a szobahőmérsékletű szupravezetés és a fúziós energiatermelés megvalósulása helyett a mikroelektronika világának viharos térhódításában, amelynek mérföldkövei az állandóan fejlődő komputerek, a valódi világot átfogó internetes hálózatok, a digitális hírközlés stb. Joanne Baker könyve ezekkel már nem foglalkozik.

Vonatunk befut a filozófia és a csillagászat birodalmába

A természetfilozófia kifejezés a klasszikus görög kultúra hagyományait örizve került be a természettudósok szókincsébe. A hagyományörző Cambridge-ben, ahol Newton természetfilozófusként végzett, még a XX. században is létezett természetfilozófia tanszék, amikor ezt már a világ legtöbb helyén fizika tanszéknek hívták. Az előző században Lord Kelvin, akkor még William Thomson, egy évvel az után, hogy megszerezte diplomáját Cambridge-ben, a glasgow-i egyetemen ugyancsak a természetfilozófia tanszék professzora lett – és maradt több mint ötven éven át. Nem meglepő, hogy a Cambridge-ben végzett Joanne Baker is ezt hangsúlyozza könyve Bevezetésében: „A fizika valamikor a filozófiából született. Am ahogy alaposabban megismerjük a világot, úgy egyre meglepőbb és furcsább kép bontakozik ki, ami a filozófiai látásmódhoz való visszatérést eredményezi.” Útikönyvnek utolsó, mintegy 40 oldalas, 11 állomást bemutató részében ezt a meggyőződéssé vált sejtését igyekszik igazolni. Kövessük hát az általa javasolt utat abba a világba, melynek a sokat sejtető „Tér és idő” címet adta.

Nem meglepő, hogy az első állomás a speciális relativitáselmélet. Az sem, hogy itt az ikerparadoxon tárgyalása kap kiemelt figyelmet. A túl komoly tárgyalást azonban egy Woody Allen-idézetrel oldja fel: „A fénysebességnél gyorsabban utazni lehetetlen, de fölösleges is, mert az ember kalapját minduntalan lefújná a szél.” A következő állomás már az általános relativitáselmélet (a görbült) tér-idő fogalmának bevezetésével, s a sejtelmes Einstein-idézetrel: „Az idő, a tér és a gravitáció nem létezik az anyagtól függetlenül.” Természetesen nem maradhatnak ki a gravitációs hullámok sem.

Nyílegyenesen haladunk a fekete lyukak világa felé, amikor vonatunk nemcsak egy alagútba fut be, hanem még a lámpák is kialszanak a fülkében, amelyben utazunk. Mintha a történelmi tisztánlátás is elhomályosult volna: az útikönyv egyik oldalán Laplace, a másikon Wheeler sze-

repel e fogalom megalkotójaként. Kihűlt csillagok mellett halad el vonatunk, s épp hogy csak elkerüli a főregjásokat, a tér-idő szövetében fellépő, hosszúra nyúlt szakadékokat, melyek a tudományos fantasztikus irodalom jóslatai szerint teljesen más univerzumra nyílnak...

A csillagászati kozmogónia világába nyerhetünk betekintést a következő állomásokon. Képet kaphatunk a csaknem két évszázada felvetett Olbers-paradoxonról, amely már Keplernek is gondot okozott, de tárgyalásra kerül a világ végtelenségének vagy végtelenségének problémája is. A Hubble-törvény fogalmazza meg univerzumunk tágulását – az útikönyv írásakor még nem lehetett tudni, hogy ez a tágulás egyenletes, gyorsuló, vagy lassuló-e. Bepillantást nyerünk a csillagászati távolságmérés rejtelmeibe, s modern alkalmazásként persze előkerül a Hubble-távcső is.

A Nagy Bumm állomáson ismerhetjük meg az ősrobbanás-elmélet legfontosabb bizonyítékát, az 1965-ben felfedezett mikrohullámú háttérsugárzást, melyet már 1948-ban prognosztizált George Gamow, Ralph Alpher és Robert Hermann. A kozmikus infláció pedig egy olyan állomás, amelynek ma még a tábláját se tudjuk rendesen kibetűzni.

És akkor elérünk a sötét anyag, sötét energia megállóhoz. Az utazó csak ámul, bámul, tényleg ilyen kevésbé ismerjük még a világot, amelyben léteünk? Akit azonban a kutatni, felfedezni vágyó szenvedély hajt, itt leszállhat a vonatról és bátran elindulhat az ismeretlen, ma még feketének látszó tájak felé.

A kozmológiai állandó és a záró antropikus elv közé a szerző kiváló érzékel iktat be még egy állomást, amelynek a Fermi-paradoxon nevet adja. Ezt írja: „Enrico Fermi fizikus professzor 1950-ben egy kollégáival folytatott ebéd közben állítólag ezzel a kérdéssel állott elő: Hol vannak?... több milliárdnyi civilizációnak kellene léteznie rajtunk kívül... eddig miért nem láttuk őket?... És miért nem lépnek kapcsolatba velünk?” A szerző ehhez még hozzáteszi: „A földön kívüli intelligencia keresése napjainkban egyre népszerűbb kutatási terület.” Kár, hogy Joanne Baker nem ismerte azt a Magyarországon elterjedt, Marx György által is felkoppott és terjesztett legendát, amely szerint a Fermivel ebédelő Szilárd Leó így válaszolt a feltett kérdésre: Hol vannak? Hát itt! Csakhogy ezek a marslakók magyaroknak mondják magukat, hogy ne lehessen őket felismerni.

Záró megjegyzések

Nem mehetünk el szó nélkül a könyv kiváló fordítása mellett. Joanne Baker írói szándékát tökéletesen sikerült magyar

nyelven közvetítenie Kővári Zsolt csillagász fordítónak. Hasonlóan jól sikerült a könyv nyomdai, grafikai kiállítása, még a betűtípusok megválasztása is.

Persze maradtak benne hibák, amelyek egy esetleges második kiadásnál még korrigálhatók. Nyilvánvaló elírás a 33. oldal alján szereplő „térfogat” a „hőmérséklet” helyett, vagy a 86. oldalon az első sorban szereplő „töltés” a „kapacitás” helyett. Az 56. oldalon szereplő ábra tipikus hibája, hogy az ábrán a prizma csak a kilépő fényt bontja színeire, holott ez már a belépésnél megtörténik. Könyvnyen lehet, hogy nem is a fordító, hanem a szerző hibája, hogy a 182. oldalon véletlenül Edward Lorenz neve szerepel Hendrik Lorentz neve helyett.

Szeretnék felvetni egy, a fordítói szabadságra vonatkozó általános kérdést. Mennyire térhet el a fordító az eredeti szövegtől, ha olyan részhez ér, amely csak az eredeti (most angol) nyelvterületen érthető és világos? Mennyire helyettesítheti ezt a részt egy másikkal, amelyek ugyanazt a funkciót látja el, de azon a nyelvterületen érthető és világos, amelyre lefordítja az eredeti szöveget? És ha ezt megteszi, jeleznie kell-e a célszerű változtatást az olvasó számára?

Ebben a könyvben a 115. oldalon szerepel Mohács, Dózsa és Kossuth neve – aligha a szerző ismerte ilyen jól a magyar történelmet. Nekem hiányzott innen egy csillag, amelyik egy lapalji megjegyzésre utalt volna a fordító részéről.

Végül legyen szabad egy hasonlattal megvilágítani ennek a könyvnek a felfogását a közvetíteni kívánt fizikáról: olyan ez, mintha valaki éppen csak a dallamát dúdolná el egy kiváló zeneműnek, amely azután „bent marad a hallgató fülében” és ráismer, amikor az eredetit hallja meg a rádióban, vagy akár a zeneakadémián. ▲

Joanne Baker: *FIZIKA – 50 fogalom, amit ismerni kell.* Ventus Libro Kiadó, Budapest, 2011; 207 l.

A könyv az alábbi budapesti könyvesboltokban vásárolható, illetve rendelhető meg:

- Toldy Ferenc Könyvesbolt, Fő u. 40, tel: 225-8400, nyitva 10-18h
- Örkény István Könyvesbolt, Szt.István körút 26, tel: 782-1711, nyitva 10-19h
- Fejtő Ferenc Könyvesbolt, Bocskai u. 26, tel: 888-9120, nyitva 8-16:30h