

# Hraskó Péter: RELATIVITÁSELMÉLET

Typotex, 2016, bővített, javított kiadás

*Hraskó Péter* 2002-ben kiadott *Relativitáselmélet* című könyve tavaly jelent meg javított, bővített formában a Typotex kiadónál. Mindkét kiadás értékehez nagyban hozzájárul, hogy a szerző szívéhez nem csupán maga a tudományterület áll közel, hanem annak *tanítása* is. A könyvön végig érződik a relativitáselmélet oktatásával kapcsolatos pedagógiai kérdések tudatos végiggondolása, a különböző „elmagyarázási módok” gondos számbavétele. Így a könyv (mindkét kiadásban) sokkal több az elmélet száraz ismertetésénél.

Az 1. fejezet a speciális relativitáselmélet kinematikájának szokásos tárgyalását adja (az új kiadásban kicsit bővebben, mint a régieben). A könyv egyik legjobb tulajdonsága már itt megcsillan: az alapos utána-gondolás és több évtizedes oktatói tapasztalat nyomán Hraskó letisztult, világos érvelésekkel halad előre, amelyeket gyakran sommás véleményekkel, ítéletekkel is színesít. Ezeket nem muszáj és nem is szabad kritika nélkül elfogadni (amikor például a Lorentz-kontrakció hagyományos algebrai levezetését Hraskó „teljesen értéktelennek”, „hibás gondolatmenetnek” nyilvánítja, azzal nehéz egyetérteni – a levezetés alapvető helyességét éppen az ugyanabban a pontban szereplő téridődiagram demonstrálja), de érdemes bízni bennük. Nagyon becsülendő a könyvben, hogy megfogalmazásai *aktivizálják* – utánagondolásra, vitakozásra készítetik – az olvasót. Az 1. fejezethez még annyit jegyzek meg, hogy ugyanezt a témakört a szerző *A relativitáselmélet alapjai* című vékony kötetében (Typotex, 2009) is alaposan körüljárja, és az – legalábbis számomra – élvezetesebb szellemi kalandot nyújt.

A 2. fejezet a relativisztikus dinamikáról szól, és nagy értéke, hogy a tömeg és az energia kapcsolatát nagyon szabatosan, részletesen, a gyakori buktatókra rámutatva és azokat elkerülve tárgyalja. (A régi kiadás a „mozgási tömeg” és „nyugalmi tömeg” fogalmainak mesterkélttségére is rávilágított. Az újban ezek a mesterkélt kifejezések még negatív példaként sem kerülnek megemlékezésre; marad a „tömeg”.)

A 3. fejezet – *A gravitáció mint geometria* – a fizikai képet, intuíciót erősíti az olvasóban, és előkészíti a terepet a jórészt tisztán matematikai jellegű 4. fejezet – *A Riemann-geometria alapjai* – számára.

Az 5. fejezet – *A pszeudoriemann-téridő és az ekvivalenciaelv* – a görbült téridőbeli mozgást tárgyalja, illetve – még az Einstein-egyenlet nélkül – a Nap körüli metrikát is levezeti, fizikai megfontolások alapján. Az új kiadás itt két alfejezettel is gazdagodott: *Az ikerparadoxon a Föld gravitációs terében* és *A szabadon mozgó tömegpont*.

A 6. fejezet az Einstein-egyenletről szól, azaz arról, hogy a tömegek téridőgörbítő hatása milyen matematikai törvénnyel írható le. A 7. fejezet – *A magányos csillag térideje* – ezek után részletesen foglalkozik az Einstein-egyenlet gömbszimmetrikus, statikus, vákuumbeli megoldásával (álló csillag, illetve álló fekete lyuk körüli téridő), és röviden tárgyalja a *forgó csillag* (és a *forgó fekete lyuk*) körüli téridő sajátosságait.

A 8. fejezet a gravitációs hullámokról szól, és röviden érinti mind a keltésüket, mind az észlelésüket. (A 2016 februárjában bejelentett nagy horderejű LIGO-észlelés – bizonyára a korábbi nyomdába kerülés miatt – kimaradt a könyvből.) Az új kiadás legfeltűnőbb újdonsága a nagyszerű 9. fejezet, amely tömören, de tartalmilag nagyon gazdagon tárgyalja a kozmológia alapkérdéseit.

A könyvet érdekes, részben a matematikai részleteket tisztázó, részben a történelmi háttérrel felvázoló *Jegyzetek* zárják.

Az ábraanyag nem túl gazdag, az ábrákat csak számok jelzik, feliratuk nincs. A szövegben néha nehéz az ábrákra való utalásokra rábukkanni. Ráadásul, miközben a kevés ábra között is találunk feleslegeseket (az egyik például vízszintes asztallapon fekvő két tömeget mutat, amelyek közül az egyik rugóval a falhoz van rögzítve; ez a szöveg alapján is könnyen vizualizálható lenne), másutt (például a Riemann-geometriát tisztán algebrailag bemutató fejezetben) elkelt volna néhány, az intuíciót segítő, szemléltető kép.

A könyvhöz tartozó *Hibajegyzék* Hraskó Péter honlapjáról (<http://peter.hrasko.com>) pdf-formátumban letölthető.

Végül tanulságos a *Relativitáselmélet* című könyvet összevetni Hraskó műegyetemi kurzusához írt körülbelül 100-oldalas, *Általános relativitáselmélet és kozmológia* című jegyzetével, amely a szerző honlapjáról pdf-ként letölthető. A több mint 400 oldalas könyv tartalmilag természetesen gazdagabb, több



olyan lényeges témakört (például forgó fekete lyukak, gravitációs hullámok) és talán kevésbé lényeges fogalmat (spinorok) is tárgyal, amelyek nem kerültek be a pdf-jegyzetbe. Ugyanakkor a műegytemi jegyzet igazi remekmű: koherens, tömör, könnyen érthető és rendkívül gazdag. Jóval kisebb terjedelme mellett is részletesen tárgyal olyan fontos fogalmakat

(nemmetrikus sokaság, Lie-derivált), amelyek a *Relativitáselmélet* könyvből kimaradtak. A könyvet és a pdf-jegyzetet ezért együtt ajánlom az általános relativitáselmélet alapjaiban elmélyülni vágyó, az élvezetes szellemi kalandokat kedvelő középiskolai fizikatanároknak, egyetemi hallgatóknak és oktatóknak.

Bokor Nándor

## Arthur Koestler: ALVAJÁRÓK

(The Sleepwalkers. A History of Man's Changing Vision of the Universe 1959)

Fordította: Makovecz Benjamin, 1996.

Mivel a lap hasábjain többen emlegették a könyvet, ezért úgy gondoltam, hogy annak tartalmáról, szemléletéről talán érdemes néhány gondolatot leírni az olvasók számára, hátha többen kedvet kapnak arra, hogy elolvassák. Több magyar kiadást (1996, 2007) is megért a könyv az Európa Kiadó jóvoltából. A szerző az emberiségnek a minket körülvevő világmindenségről alkotott elképzeléseit követi nyomon a babiloniaktól *Newtonig*, vagyis az e tárgykörre vonatkozó ismeretek keletkezését teszi vizsgálata tárgyává, nem egy helyen regényesen izgalmas formában. A szerző az alkotás pillanatainak szemtanújává avatja az olvasót. Az *Alvajárók* cím talán éppen azt az elvárásolt állapotot kívánja idézni, amikor a hősök mintegy alvajárókként tapintanak rá az éppen szükséges dolgokra, tényekre.

Egy adott korban a tudósok látásmódját erősen befolyásolja azon korszak ideológiája, amelytől csak nagyon nehezen tudnak megszabadulni. Erre példa a könyvben az egyenletes körmozgás, amelyet *Platón* vezetett be, *Arisztotelész* emelt „dogmává”, majd hosszú évek múlva *Ptolemaiosz* egyenletes körmozgásokból próbálja összerakni a bolygók pályáját, a defferensek mellett számtalan segédkört, epiciklust felhasználva. Évszázadok múlva *Kopernikusz* is addig helyezi a köröket, amíg végül a bolygók mozgását ő is le tudja írni egyenletes körmozgások eredőjeként.

A történet az *ókorban* kezdődik. A könyv *első* részében a szerző a *Hőskor* című fejezetben az ókori természettudomány kibontakozását tekinti át, amely két fontos tekintetben készíti elő számára az utat. Az egyik az ismeretelmélet alapvonalait illeti, arról van szó, hogyan működik a tudomány és miben rejlik értéke. A másik a csillagvilágban a körkonceptió megjelenése és útja az egyszerű konstruktív ötlettől a téveszme asztronómiai dogmává dermedéséig. A fejezet érdekessége, hogy megmutatja, miként haltak el a pompás meglátások is, a mai eszmék előfutárai, mint szamoszi *Arisztarkhosz* Napközéppontú modellje, *Hérakleidész* félig Napközéppontú modellje, amely mintegy a Föld- és Napközéppontú modellek közötti átmenetnek tekinthető.

A *második* fejezet végén *Koestler* megfogalmazta azt az öt kardinális kérdést, amely a továbbhaladás gátjává vált. Ezek a következők:

1. A világ két minőségre – ha tetszik, égire és földre – volt felosztva, s ami rosszabb, ez nemcsak „geometriai” felhasadás, hanem egyben tudathasadás is volt.

2. A világvégkép a geocentrizmus dogmájára épült.

3. A mozgás leírása az egyenletes sebességű körmozgások dogmájára épült.

4. A tudomány elszakadt a matematikától.

5. Annak felismerésére való képtelenség, hogy a mozgás, nem pedig a nyugalom a testek természetes állapota.

A *harmadik* rész főszereplője, *Kopernikusz*, a „felszeg kanonok”, aki nem merete nyilvánosságra hozni elméletét, de nem az egyház ellenkezése miatt, amely valójában nem is létezett, hanem tudóstársai kigúnyolásától félve. *Koestler* a következőt írja erről:

„...bizonyítékok vannak arra, hogy a Vatikán már a legkorábbi időktől fogva jóindulatú érdeklődést mutatott a kopernikuszi elmélet iránt.”

Majd később:

„Minden bizonyíték azt látszik igazolni, hogy nem a mártíromságtól rettegett, hanem a neveltségességtől – mert kétségek mardosták elméletét illetően, és jól tudta, hogy sem bizonyítani nem tudja annak igazságát, sem pedig megvédelmezni a szakértő kritikával szemben.”

Ebbe a hibába majd *Galilei* esik bele évtizedek múlva, az ő témával kapcsolatos tevékenységének könyvbéli sajátos interpretációja sok olvasó számára megdöbbentő élményt jelentett.

*Kopernikusz* kanonok *De Revolutionibus Orbium Coelestium* (1543) könyve a maga módján rekorder. Úgy csinált forradalmat, hogy ez a mű „minden idők egyik legkevésbé ismert és olvasott könyve”. „A példátlan kudarc oka, hogy e könyv gyakorlatilag olvashatatlan. Mulatságos észrevenni, hogy még a leglelkiesmeretesebb tudósok *Kopernikuszról* szóló írásaiból is kitérnek: soha nem olvasták”. Ezen állításnak egyszerű a bizonyítása: soha senki nem vette a fáradságot, hogy megszámolja, végül is *Kopernikusz* hány epicik-