

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 világtkép 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 leglelkiismeretesebb 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-

lust alkalmazott. Koestler szerint negyvennyolcat, míg korábban harmincnégyet használtak, amelyet terjedelmes lábjegyzeteinek egyikében be is mutat.

„Kopernikusz távolból nézve az emberi gondolkodás rettenthetetlen forradalmárának látszik, amint azonban közelítünk felé, fokozatosan áporodott, sötét figurává alakul át, az eredeti génusz holdkóros árnyalakjává, aki a jó gondolatra hibás szerkezetet épített fel, ásványi türelemmel halmozva egymásra epiciklusokat és defferenseket, s létrehozta a legszárabb és legolvashatatlanabb könyvet, amely valaha is történelmet csinált.”

A szerző szerint Kopernikusz, a derék lengyel kanonok egy magának való, mogorva, félős öregember volt, aki saját maga sem nagyon hitt abban, amit állított. Valószínűleg egyáltalán nem gondolta, hogy halála után ötven évvel éppen az ő rendszerére kezdtek el hivatkozni az utódok.

Aki hosszú évekig tartó megfeszített szellemi erőfeszítések árán, a Mars pályájának vizsgálatakor megszabadult a köröktől, a *negyedik* rész főhőse: *Kepler*. Kepler életútja is példázza azt, hogy a könyv hősei, az „alvajárók” iszonyú erővel küzdöttek a céljuk felé, miközben nem is egészen voltak tisztában azzal, hogy mit és hogyan csináltak.

Először ő is mindenáron körre akarta illeszteni a megfigyelésekből nyert adatokat, amelyeket nem a Földhöz rögzített vonatkoztatási rendszerben, hanem a Napra, mint középpontra számolt át. Számításában a szerző szerint nagyon sok számolási hiba található, amelyek nem egy esetben „kikompenzálódnak”, és így jutott el végül a helyes eredményekhez.

De honnan is származtak a Kepler által felhasznált adatok? A szerző élvezetesen írta le a híres dán csillagász, *Tycho Brahe* és Kepler találkozását, és rövid, együtt töltött idejük néhány fontos mozzanatát. Tycho csillagászati jelentőségét az adja, hogy soha előtte nem keletkeztek ilyen pontos adatok. A másik, s talán még ennél is fontosabb pedig e megfigyelések folyamossága és rendszeressége volt. Ezeket az adatokat „szerezte” meg Kepler Brahe hirtelen halála után.

A könyv hosszan taglalja, hogy Kepler – a mai tudomány szemszögéből nézve – mennyi, vargabetűvel tűzdelt gondolatmenet bejárása után jutott el végül törvényeinek megfogalmazásához. Ezek közül kiemelkedik egyik ifjúkori alkotása, a *Mysterium Cosmographicum*, amelyet öregkorában sem tagadott meg. Alapgondolata az, hogy Isten a teremtéskor, a bolygók pályájának kijelölésekor az öt szabályos platóni testet tartotta szem előtt. Az egymásba helyezett szabályos testek határozzák meg a bolygók egymás után következő pályáit. (Abban az időben a Szaturnuszon túli bolygókat még nem ismerték.)

Kepler a legszimpatikusabb főszereplő a könyvben, aki megszállottan kereste a válaszokat a saját maga által feltett kérdéseire, és úgy jutott korszakos felfedezésekhez, hogy maga se nagyon tudta azok jelentőségét. A Platón által kitalált és Arisztotelész által kőbe vésett gondolat, a bolygók egyenletes körmozgásáról szóló dogma, közel kétezer évig tartotta magát, és senkinek sem jutott eszébe megkérdőjelezni azt. Helyette tudósok százai kínlódtak, hogy a Világegyetem működését tökéletes körmozgásokkal írják le, amely hibába Kopernikusz is beleesett. Míg nem Kepler neki nem állt a Mars „valódi, a Nap körüli” pályájának meghatározásához.

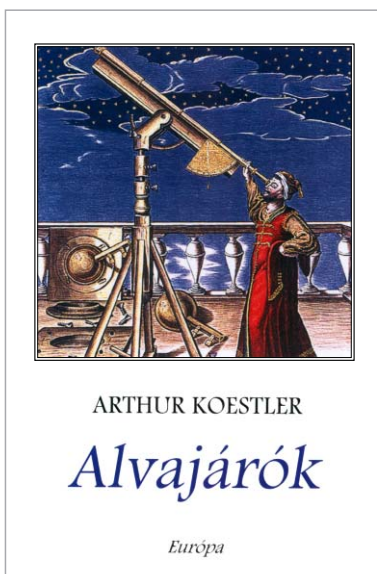
A szerző Galileit kifejezetten antipatikus figuraként állítja elénk az *ötödik* fejezetben. Az egyházzal való szerencsétlen konfliktust Koestler szerint ő maga provokálta ki, ugyanis a korabeli egyház egyáltalán nem az a vaskalapos, a csillagászathoz mit sem értő emberek gyülekezete volt, ahogy azt később beállítani igyekeztek. Ha Galilei nem „izgágáskodott” volna, a Vatikán valószínűleg szép lassan elfogadta volna az új, heliocentrikus univerzumképet is.

Ki volt Galilei? Koestler lassan szállóigévé vált meghatározása szerint: „Szemben még a legmodernebb tudománytörténet állításaival is: Galilei NEM fedezte fel sem a hőmérőt, sem pedig az ingaórát. NEM fedezte fel a tehetetlenség törvényét, sem az erők eredőjének kiszámítását, sem a napfoltokat. Egy szikrányival sem járult hozzá az elméleti csillagászat fejlődéséhez. NEM ejtett súlyokat a mélybe a pisai ferde torony tetejéről, és NEM igazolta a kopernikuszi rendszer helytállóságát. NEM volt része az inkvizíció kínzásaiban. NEM sínylődött börtönben. NEM mondta azt, hogy és mégis mozog a Föld, és egyáltalán NEM volt a tudomány mártírja.”

Hát akkor?

„Amit valóban tett: létrehozta a dinamika modern tudományát, ami a történelmet – vagy az emberiség végzetét – alakító szellemek közé emeli őt.”

Galileit az irodalomtörténet az olasz didaktikus próza mestereként tartja számon, áttetsző tisztaságú érvelőképessége miatt. Belőle már teljesen hiányzott a középkori miszticizmus, ő már akkor se habozott kiállni vélt igazáért, ha a megfelelő érvei még nem voltak meg, csupán a meggyőződése vezette. Koestler szerint nem Galilei kopernikánus nézetei, hanem inkább ez az arrogancia volt az inkvizíciós eljárás mozgatórugója. Valójában még mindig nehéz eldönteni, hogy melyik oldalon van az igazság. Tény, hogy a protestánsokat zavarta először a kopernikanizmus. A modern csillagászat útját eleinte még a katolikus egyház hívő papjai – mint csillagászok – is egyengették, akik közt számos jezsuita is volt. Valószínű, hogy a



Galilei-perben szerepet játszottak olyan szempontok is, hogy a kopernikánus rendszer átütő bizonyítékai (például a parallaxis kimutatása) még évszázadokig várattak magukra, miközben az ellenreformáció ideológiájának hívei egyre merevebb álláspontot foglaltak el. Ebbe persze belejátszottak hatalmi kérdések is, amelyek olykor látványos megnyilvánulásokkal mutatták az erő, a hatalom igazát (*Giordano Bruno* máglyahalála, 1600).

Galilei gondolkodásának tanulmányozása is sok érdekességet rejt magában. Galilei, aki megoldotta a szabadesés, az egyenletesen gyorsuló mozgások leírásának problémáját, kiváló kísérletező volt, egyszerűen nem tudta elfogadni a bolygópályák ellipszisalakját. Híres könyvében, a *Dialogóban*, amely a Galilei-per alapját képezte, az egyszerűsített kopernikuszi világképet tárta az olvasó elé. Ebben a bolygók körpályán keringenek a kör középpontjában lévő Nap körül. Tehát a köröktől ő sem tudott megszabadulni. Kérdés, hogy a Kopernikusz által bevezetett sok ep ciklusról mi lehetett a véleménye, mivel ezeket meg sem említi könyvében. Ellenben úgy kezeli a kopernikuszi elképzelést, mintha az lenne a végső igazság, és nem csak, mint egy lehetséges hipotézist, számítási segédeszközt. Ez az, ami nem volt elfogadható az egyházatyák, illetve az arisztotelianusok számára. Ráadásul nem tudott kellő empirikus bizonyítékot felmutatni a kopernikuszi elmélet mellett, hiszen a csillagok parallaxisát akkor még nem lehetett kimutatni. A Vénusz fázisváltozásai – amelyet mint ténylegesen megfigyelhető tény hangoztatott – másfépp is magyarázhatók voltak. Ez csak arra bizonyított, hogy a Vénusz a Nap körül kering, de arra már nem, hogy a Föld is ezt teszi.

Maga a szerző következőképp jellemezte könyvét:

„A tudomány haladását általában egyenes vonalú, józanul töretlen fejlődési folyamatnak tekintjük, holott nagyon is szabálytalan, olykor a politikai gondolkodás evolúciójánál is cikcakkosabb csapást követ. Kü-

lönösen a kozmológiai elméletek fejlődése nevezhető – túlzás nélkül – a kollektív megszállottság és ki egyensúlyozott skizofréria történetének, s az útvonalát meghatározó egyes felfedezések és felismerések inkább tűnnek egy holdkóros, mint egy elektronikus agy produktumainak.

Amikor Kopernikuszt vagy Galileit lesegítettem a talpazatról, ahová a tudományos mitográfia állította őket, nem az volt a célom, hogy lealacsonyítsam őket, csupán hogy teremtő gondolkodásukba belepillant-sak. Nem bánom azonban azt sem, ha a kaland melléktermékeként szembekerülök a legendával, amely szerint a Tudomány józan és szikár, a Tudósok pedig higgadtabbak és szenvedélyektől mentesebbek másoknál (aminek folytán a világ dolgainak irányításában vezető szerepet kellene játszaniuk), és képesek maguknak és kortársaiknak megfelelően racionális megoldásokat nyújtani a más eredetű etikai ítéletek helyett.

Szándékom volt, hogy e bonyolult tárgykört az átlagolvasó számára hozzáférhetővé tegyem, de remélem, hogy az egyetemi ifjúság is haszonnal forgatja majd könyvemet.”

Galilei *Dialogo* című könyve, melyet már a per utáni a házi őrizetében írt, volt az egyik nagyon fontos azon művek közül, amelyekből Newton és kortársai tovább építkezettek, ténylegesen megértve a mozgás törvényszerűségeit, miszerint nem a test állandó sebességű mozgásának fenntartásához, hanem a sebesség megváltoztatásához, a vizsgált test gyorsításához szükséges erőhatás. És ez Galileo Galilei igazi érdeme!

Newton csak a könyv ötödik fejezetének utolsó oldalain kap helyet. A rövid fejezet célja inkább a könyv mondanivalójának, mintegy történeti ívének összefoglalása, és röviden vázolni a newtoni szintézist.

Bízom benne, hogy sikerült felkeltenem az érdeklődést a könyv iránt!

Radnóti Katalin

HÍREK – ESEMÉNYEK

A TÁRSULATI ÉLET HÍREI

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2017. évi Küldöttközgyűlése

Az Eötvös Loránd Fizikai Társulat 2017. május 13-án, szombaton 10:00 órai kezdettel tartja tisztújító Küldöttközgyűlését az ELTE Fizikai épületének (Budapest, XI. Pázmány Péter sétány 1/A) 083. előadóteremében (Eötvös-terem).

A Küldöttközgyűlés nyilvános, azon bárki részt vehet. A vitákban a Társulat tagjai részt vehetnek, fel-

szólhatnak, de a szavazásban csak a területi és szakcsoportok által megválasztott, küldöttigazolvánnyal rendelkező küldöttek vehetnek részt. A küldöttek igazolványukat a regisztrációnál mutassák be!

Ha a Küldöttközgyűlés a meghirdetett időpontban nem lenne határozatképes, akkor 10:30-ra ismét összehívjuk, és a Küldöttközgyűlés a napirend előtti