

ZEMPLÉN GÁBOR

# AZ ISTENI NEWTON IZSÁK



**Ha a gravitáció nem okkult, távolból is ható erő (amire nem tudunk mechanikus magyarázatot adni), akkor mi?**

**20**

**I**saac Newton (1643–1727) a természetfilozófia matematikai alapelveit fektette le, a *Principia* 1687-es megjelenésével vált jogosan világhírűvé. Nem kis részben az ő munkásságának – és követői buzgalmának – révén alakult a tudományunk azzá, amivé. Klasszikus szerző tehát Newton, aki sok egyéb különtségén túl egyedi abban is, hogy úgy vált az egyik leghivatkozottabb természetfilozófussá, hogy nagyon kevesen *értették*, mit ír, és nem olvasták olyan sokan, mint amilyen híres lett. Nézeteinek terjedése szorosan kapcsolódott híveinek popularizáló munkájához, akik közt olyan hírességek akadtak, mint Voltaire, Lady Chatelet vagy Mary Fairfax Somerville.

Számos egyszerű módja van annak, hogy felbecsüljük Newton hatását, így kezdjük ezzel a szemponttal, szövegeinek olvashatóságát és érthetőségét majd később vizsgáljuk. Kultusza még életében elkezdődött; Newtont ugyanúgy a Westminsteri apátságban temették el, mint korábban Chaucert vagy később Darwint, és ahol Stephen Hawking is kapott egy sírhelyet. A fontos szerzők jelentőségét jól mutatja a Google Ngram. Természetesen óvatosan kell bánnunk az ilyen eszközökkel, de a jól kereshető és több millió kötetet tartalmazó adatbázis bizonyos mintákat felismerhetővé tesz (gyors divathullámok és lassú, több emberöltős változások egy-egy nyelvi korpuszban). Az ábra alapján némi képet kaphatunk Newton hatásáról (brit angol szövegtörzs). Jól látszik az 1700-as évek elején két fő műve (a *Principia* és az *Optika*) hatása, majd 1727-es halálát követően a kultuszformálás évtizedei, amelyek alatt az angol emlékezetpolitika szer-

A szerző az MTA Lendület „Morál és Tudomány” kutatócsoport tagja.

ves részévé vált Newton. A „tudományos” vagy más néven „természetfilozófus” szerzők közül a legnagyobb hatású vitathatatlanul Newton, aki a latin *Principia* megjelenése után néhány éven belül, kb. 1690-től jóval gyakrabban fordul elő, mint Shakespeare, és az 1780-as évekig jóval gyakrabban említett szerző, mint a híres empirista filozófusok, John Locke vagy David Hume. Newton nevének gyakorisága még Miltonéval, a leghivatkozottabb angol szerzőével is vetekszik.



Ábra. A Google nGram szöveggyakoriság-változásai jól mutatják a Newton-recepció szakaszait.

Ha a hatás után a szerzővel és műveivel is meg akarunk ismerkedni, e rövid tanulmány csak néhány pontra szorítkozhat, így ha az olvasót az életrajzok érdeklik, mindenképp érdemes elolvasni Vekerdí László csodás Newton-könyvecskéjét (Vekerdí 1977). Hasonlóan olvasmányos James Gleick életrajza Newtonról; magyar fordítása elkészült, de a könyv még nem került nyomdába (Z. G. fordítása, lektorálta Szegedi Péter). Természetesen Newton életét ezer oldalban is el lehet mesélni; ebben a terjedelemben máig alapvető munka Westfall monográfiája (Westfall 1980). Két mondatban: az elszegényedő, csonka családból felnövő Newton alszolgadiákként kezdte meg tanulmányait Cambridge egyetemén, ahol később professzor lett, majd idővel a fővárosba költözött, a pénzverdét irányította, és hozzájárult a monetáris politika stabilitásához pénzreformjával. Karrierje a *Commonwealth* és a cromwelli interregnum utáni restaurációban kezdődött, és életpályája szorosan összefonódott az angol Királyi Társaság (*The Royal Society*) korai történetével.

A „modern klasszikusok” tematikus összeállításban leginkább a szerző műveit, mélységüket és hatásukat érdemes összefoglalni. De korlátok közé kell szorítanunk a bemutatást, hiszen Newton egymillió körüli szóban tárgyalja az alkímiát, hatalmas kéziratos hagyatéka maradt fenn vallásos és történeti témákban, ugyanígy matematikai kéziratok, eszközök tervei vagy épp kronológiák is bőven akadnak, ám mindezek a 20. század közepéig alig voltak ismertek és még kevésbé kutattak. A tárgyalást tehát a legnyilvánvalóbb hatások vizsgálata felől kezdjük, a *Principiával* és az *Optikával*. A hangsúlyt pedig Newton sokszínűségére helyezzük, aki „belső körével” egy mások által nem ismert nyelven kommunikált, és egy matematikai szekta alapítója volt, miközben a tapasztalati tudományok hőse is lehetett, az innovátor, akinek többek között egy új távcsőtípus köszönhetünk.

Newton megértését sokban segíti, ha megnézzük korát és kulturális közegét. Az angol tudományosság egyfelől az érthetőség és hozzáférhetőség gyakorlataiból fejlődött ki, és Francis Bacon lordkancellár programjában a hangsúly a kezdetektől a

közösség által vizsgálható tényeken és a világos, követhető és óvatos következtetéseken volt. A Királyi Társaság jelmondata, a „Csak semmi retorika!” („*Nullius in verba!*”) világossá teszi a célt, és a tudósok azóta is vallják, hogy nyílt, őszinte és jól érthető üzenetek nélkül a tudomány elképzelhetetlen, a tapasztalatok megosztása értéket teremt, és tudást épít. A tudomány azonban a korban még gyakran rejtőzködött (Vermeir–Margócsy 2012), és ez különösen igaz az ariánus, antitrinitárius Newtonra. Ahogy az *Optika* angol reprintjének kiadásához írt előszavában Einstein is megjegyzi, nemcsak a kísérletezésnek, hanem a retorikának is mestere volt Newton (Newton 1952). Kezdjük tehát az áttekintést a fizika forradalmával, majd villantsuk fel Newton filozófiai radikalizmusát, hogy világképe meggyőzőerejét felmérhessük.

## A fizika forradalma

■ Annyira egyértelmű úgy tekinteni Newton *Principiáját* (Newton 1999) mint a tudományos forradalom betetőzését és a modern tudomány „valódi” kezdetét, hogy gyakran elfelejtjük, mennyire komoly problémákat okozott a munka tudósok generációinak. Kezdjük a legismertebb ponttal, a gravitációval. Newton a III. könyvben, *A világ rendszerében* írja le forradalmi gravitációs törvényét. Ez a híres és sokáig mintát adó felfedezés a kor legdivatosabb tudományos megközelítései számára nem adott megfelelő magyarázatot a matematikailag leírt jelenségekre. Ha a gravitáció nem okkult, távolból is ható erő (amire nem tudunk mechanikus magyarázatot adni), akkor mi?

A 17. századi fizikának szüksége volt a mechanikára – egyfelől a mechanikai gépek matematikai modelljére, másfelől a részecskékkel modellezett mikrofolyamatokra, amelyek elképzelhetővé tették a magyarázatokat. A fizikai világ felé orientált megismerők tipikusan nemcsak innovatív matematikahasználattal éltek, hanem a fizikai magyarázatok érthetőségét és elfogadhatóságát támogató mechanikus modellekkel is. A karteziánus természetfilozófusok nemcsak azért ragaszkodtak a részecskékhez, hogy egy ontológiát erőltessenek a világra, hanem azért is, mert ezekhez a modellekhez kapcsolódóan tudták kialakítani a fogalmi eszközöket, a modern fizika alapjait. Ez az igény nagyon jól látszik Kepler vagy Huygens sok munkáján, és a fizikában sokáig meg is maradt, legalább Maxwellig.

A kortársak szemében egy már meghaladottnak hitt világkép hatotta át Newton munkáját, ami közelebb van a misztikához, mint a tiszta mechanikai filozófiához. A gravitációs törvény státusza furcsa volt: egyfelől matematikailag érthetővé tette a világot, miközben a fizikai testek mozgását nem tette érthetővé a fizikai magyarázat szintjén. Ez a különös kettősség jobban megérthető, ha figyelembe vesszük, hogy Newton istenképe nem egy determinista órás mestert, hanem egy a világban folytonosan aktívan alkotó Istent tételez. Newton fiatalkorában ugyan intenzíven foglalkozott Descartes és a mechanikus, illetve korpuszkuláris filozófiák korban divatos elképzeléseivel, de ugyanígy az alkímiai és teológiai kérdések is izgatták. Kozmosza nem az isteni rend, hanem az állandó perturbációk közel kaotikus világa.

Az előző generáció kiemelkedő történésze, I. B. Cohen „newtoni stílusként” írta le a módszert, amely a képzeletbeli rendszerek kialakítását és a matematikai következmények feltárását elválasztotta a fizikai jelenségek fenomenológiai realitásától (jó bemutatását adja a részleteknek Ducheyne 2012). A távolhatás elfogadásával a klasszikus fizika – Newtont követve – két évszázadon át alapvetően érthetetlen alapokon állva fejlődött. Pontosabban a matematizálás jegyében az előrejelzés javára lemondott a megalapozás igényéről. Ezzel kapcsolatban érdemes megnézni, mit mond Newton a *Principiában*, ahol a gravitációs törvény leírását kiegészíti azzal, hogy az akár metafizikai, akár fizikai, akár okkult vagy mechanikai hipotéziseket érdemes ki-

zární a kísérleti filozófiából (Newton 1999. 943.). Vannak, akik azt gondolják, hogy csak az Einstein-féle fizika után válik érthetővé a newtoni fizika, és ugye az általános relativitáselmélet az az elmélet, amit a laikus, mindennapi olvasók már nem szoktak érteni (világos összefoglalót ad a témáról De Regt 2017).

Mindezek ellenére Newton módszere lehetővé tette, hogy jelenségek matematikai modelljeit hozzuk létre akár úgy is, hogy a metafizikai alapok még nincsenek lerakva, vagy épp nem világosak. A matematikai modell általánosított, sokszor nem volt pontos (például az árapályszámításoknál), sőt sokszor kiszámíthatatlanná tette a problémákat, de ehhez először meg kellett érteni Newtont, ami már korábban is nehéz volt, és azóta sem lett könnyebb, mert matematikánk annyira más irányba fejlődött.

Newtont nem könnyű olvasni; érdemes egyfelől figyelembe vennünk, hogy rejtőzködő szerzővel van dolgunk, és ezoterikus szöveggel dolgozunk, vagyis szűk kör által érthető a közlés. Newton részben a matematikai hagyomány sajátos exkluzivitása miatt válhatott emberfelettivé a kortársak szemében. A szövegek általában annyira technicizáltak, hogy a legtöbb olvasó számára a nyelvezet megakadályozza a közvetlen hozzáférést. Kopernikusz és Newton esete is azt mutatja, hogy a kizárás a korban sikeres szerzői stratégia volt, akár tudóskultuszt is eredményezhetett, vagyis hatalmas ismertséget, miközben a munka csak kevesek által volt megítható.

A matematikai bizonyításokat az olvasók szűk rétege tudta csak követni. Még a képzett elméknek is évekig tartott a *Principia* egyes részeinek megértése, de a jelenségek látszólag egyértelműbb szövegei is intenzív olvasást igényeltek, és többszöri figyelmes olvasás után megfigyelhető a homályosság nagyon precíz használata. Vagyis ugyan keletkeztek agyonidézett newtoni toposzok, mint a „*hypotheses non fingo*”, vagy hogy a szivárványnak hét színe van, de a szövegek nagyon kis töredéke vált közkinccsé.

A „hipotéziseket nem gyártok” volt a leghíresebb *bon mot*; ebben sokan Newton pozitívista hozzáállását látták, de ez valószínűleg leegyszerűsítő magyarázat. Nyilvánvaló, hogy szerette volna megérteni a gravitáció okát, de egyfelől bizonyos nézeteit nem is publikálta, másokat csak néhány társsal osztotta meg. Mivel eretnek tanokat is vallott, élete jelentős részében „rejtőzködött”; szívesebben tagadta azt, hogy mit ért a gravitáció alatt, mint hogy részletesen kifejtette volna (lásd a Bentley-hez írt leveleket, Fehér Márta szerkesztésében: Newton 1977).

Legtöbb szövegét nem könnyű olvasni, hát még érteni és védhetően értelmezni (Mamiani 1999). A szöveg részben kódolt volt, illetve az értelmezés sok esetben más módokon is nehezített volt. Ennek extrém és rafinált példái az olyan „nyomdahi-bák”, ahol a bizonyításokat úgy lehetett követni, ha rájön az olvasó, hogy a pluszjeleket szorzásként kell érteni (Lliffe 2002. 50.), vagy amikor a nyomtatott könyv bizonyos példányai egy szóban eltérnek, és pont egy olyan helyen, ahol Istenről és a térről van szó, ami komoly jelentőségű a természetfilozófia teológiai értelmezésében. A megértést és az értelmezést nem könnyítette meg, hogy egy könyvből volt példány, amiben Newton a teret Isten *sensorium*ának tekintette, más példányokban csak Isten észlelőszervéhez hasonlónak, és egy szó (*tanquam* – „mint”) elég volt ahhoz, hogy a sok száz oldalas könyvben ne legyen egyértelműsíthető a teológiai álláspont (Koyré-Cohen 1961).

Nem ez az egyetlen terület, ahol a szövegvariánsok megnehezítik az egyértelmű álláspont-rekonstrukciót, de hát Newton már csak így írt, és visszatekintve azt látjuk, hogy tudományosan produktív és gyümölcsöző volt a nem egyértelmű kommunikációja. A primer szövegek a 19. századig fontosak voltak számos felfedezés esetében, és olyan kutatók tanulmányozták intenzíven, mint Thomas Young, a fény hullámelméletének egyik atyja vagy a színeképek elemzésének alapjait lerakó Wollaston.

Newtonot részben érthetlensége tette isteni vagy zseniális tudóssá, hisz akik valamennyire értették szövegét, ilyen jelzőkkel illették, és így „követeivé”, szószólóivá válhattak a legnagyobbak. Lagrange, Laplace és mások hatalmas munkával hozták létre a klasszikus fizika viszonylag egységes formalizmusát, amelynek alapjait Newtonnak köszönhetjük (jórészt), de a formalizmusát már kevésbé (itt nagyobb szerepet kapott Leibniz), és Newton neve úgy maradhatott fenn a fizikában, hogy eredeti szövegeinek olvasása sose vált általánossá (ezzel szemben a biológusok és a pszichológusok ma is olvasnak Darwint). Az optika ugyan közkedvelt volt, de legtöbbször mégis másodlagos, popularizáló forrásokból és eklektikus tankönyvekből ismerték meg Newton fénytanát.

A szöveg technicizálása hozzájárult tehát ahhoz, hogy Newton lett a legnagyobb angol tudós, akinek szövegeit csak a kiválasztottak értették. De más téren is óvatosan járt el: *Optikája* anonim jelent meg, jóval a *Principia* sikere után. És ez jól érthető természetfilozófiai nézetei fényében, aminek a következő szakasz mindössze néhány szempontját emeli ki.

## A filozófus Newton

■ Newton gondolatainak hatását sokat vizsgálták, és gyakran illették negatív jelzőkkel; például Burt 1925-ös doktori disszertációja szerint a modern tudomány „metafizikai barbarizmusa” sokat köszönhet Newtonnak (Burt 1954). Milyen értelemben volt „barbár”, vagyis a klasszikus nyelvet nem jól beszélő szerző Newton?

Az elég nyilvánvaló, hogy saját beszédmódját és világképét igyekezett jól elkülöníteni másokétól. Már tárgyaltuk, hogy a plauzibilis mechanikai magyarázat hiánya miatt sokan találtak kivétlnivalót a *Principiában*. Ugyanilyen szokatlan volt optikai és színelmélete. A klasszikus optika fő problémái elsősorban nem a síkfelületek tükrözésének és fénytörésének vizsgálata volt, hanem a görbe felületek okoztak problémákat. A klasszikus tudás közepén a kör állt, még Kepler optikai munkái is körökkel vannak tele, míg Newton egyszerűsít, és piramidálisan, vagyis az egyiptomi szimbolikát megidézően háromszögek kapcsán vizsgálja a fényt. Ha Newton nem is „barbár”, de mindenképpen merész volt. Fiatalkori, első optikai tanulmánya elveti az Arisztotelész óta és Descartes által is vallott, úgynevezett modifikacionista nézetet, és színelméletében felteszi, hogy *minden kortárs téved, és csak neki van igaza*.

Ha az új tapasztalatokat nem a régi tudásunk segítségével akarjuk magyarázni, akkor hajlamosak vagyunk új fogalmakat kitalálni és ezzel igazából új ontológiát hívni életre. A barbárok pusztítanak, de Newton épített is: két új kifejezést, a „spektrum” és a „törékenység” jelentőségét részletesen elemzem máshol (Zemplén 2015), itt csak egy filozófiai problémát említek meg.

Az elsődleges és másodlagos minőségek újkorban kialakuló különbségét Newton alapvetően szokatlan módon hasznosította optikai elméletében. Optikai munkája gyakorlati, pragmatikus filozófiai hozzáállás megnyilvánulása: ha már a szubjektum észleletei és az objektum mérhető tulajdonságai nem egy ontológiai síkon vannak, keressünk olyan tulajdonságokat, amelyek esetén egy az egyhez korrespondencia fedezhető fel. Innen válik érthetővé, hogy amikor Newton a prizmán megtörő fénypásmát, a spektrumot tanulmányozza, miért tekinti kiemelkedő tudományos eredménynek a heterogén törékenység felfedezését, illetve bizonyítását. Newton esetében nincs áthidalhatatlan ontológiai szakadék objektum és szubjektum között; a világ megismerhetőségének példája, hogy akár új elsődleges tulajdonságokat is felfedezhetünk, mint a szín törésmutatója (Stein 1990). A felfedezett tulajdonság a mérések alapján egy az egyben leképezhető a látott színre, vagyis szigorú megfeleltetés van a fizikai fény sugar egy tulajdonsága és a szubjektum egy érzetminősége között. Tulaj-

donsága *valaminek* lehet, a fény tehát *valami*, nem mellesleg tehát anyagi: Newton felfedezett egy *tulajdonságot*, és ezzel egy újfajta *létezőt*: a fényt, ami többféle részecskéből áll. Newton *Optikája* bőven ad példát a „testközeli”, gyakran folyadék-analógiákkal dolgozó modellekre is, nem csak matematikai modellekre. A könyv végén gyakran kérdések formájában kifejtett felfogás egész új tudományterületeket tudott megtermékenyíteni. A kémia gondolkodásmódja és fogalmi apparátusa alapvetően newtoni sémák keverékéből állt össze a 18. század során. Lavoisier elemtanában a kémia első eleme a fény, a második a hő, és csak a harmadik az oxigén.

A filozófiai rendszer építése során Newton rugalmas volt: sorra próbált modelleket, majd időnként egy-egy döntő érv alapján egész modellcsaládokat dobott ki a vizsgálódásai köréből. Így például a fényről végig máshogy gondolkozott, mint kortársai, és máshogy is ábrázolta kísérleteit, mint ahogy bevett volt. A rugalmasság ott is megjelent, hogy például milyen matematikai eszközöket engedett meg vagy épp kevert bizonyításaiban. Guicciardini csodálatosan bemutatja a matematika iránt érdeklődőknek, hogy hányféle bizonyítási és számítási gyakorlat keveredett egy-egy propozíció bizonyításában a *Principiában* (Guicciardini 1999, 2009.). Ha valaki *csak* a matematikát szeretne volna megérteni, annak sem volt könnyű dolga, hisz a könnyű problémáknál Newton tipikusan publikálta a bizonyítási lépéseket, ám nehéz problémáknál rendre kihagyott számos lépést. Néhány ponton a 19. századra fedezte fel a matematika, amit Newton elrejtett.

Méltán tekinthető klasszikusnak tehát Newton, aki mindmáig ikonikusan a *tudós* egyik mintapéldánya kultúránkban, aki híresebb és hivatkozottabb, mint amennyire értett vagy olvasott. Az erős karteziánus hatás miatt a magyar recepció megkésett volt, és a vallási megosztottság miatt több irányból érkezett (Zemplén 1964, 1974), ám néhány newtoniánusa hazánknak is volt, már ha ide sorolható például a magyar Faust, Hatvani István Debrecenből vagy a felvilágosodott Martinovics Ignác, akit kivégeztek. Akikre Newton hatott, mint a Bolyaiak, azokra főként latinul, franciául, esetleg angolul hatott. Ha e rövid bemutatás után Newton eredeti munkáit magyar fordításban szeretné megízlelni az olvasó, jó hír, hogy évente átlagosan egy oldallal gazdagodunk, vagyis háromszáz év alatt 300 oldal feletti elsődleges szöveg érhető el könyv formában (Newton 1977, 1981, 2010).

## ■ IRODALOM

- Burt, Edwin A.: *The Metaphysical Foundations of Modern Physical Science*. Issued also as thesis, Columbia University, under title: *The Metaphysics of Sir Isaac Newton*. Doubleday, Garden City, N. Y., 1954.
- De Regt, Henk W.: *Understanding Scientific Understanding*. Oxford Studies in Philosophy of Science. Oxford University Press, Oxford, 2017.
- Ducheyne, Steffen: *“The Main Business of Natural Philosophy”: Isaac Newton’s Natural-Philosophical Methodology*. Springer, New York, 2012.
- Guicciardini, Niccolò: *Reading the Principia*. Cambridge University Press, New York, 1999.
- Guicciardini, Niccolò: *Isaac Newton on Mathematical Certainty and Method*. The MIT Press, Cambridge–London, 2009.
- Illife, Robert: *Butter for Parsnips: Authorship, Audience and the Incomprehensibility of the Principia*. In: Mario Biagioli–Peter Galison (eds.) *Scientific Authorship: Credit and Intellectual Property in Science*. Routledge, New York, 2002. 33–66.
- Koyre, Alexandre – I. Bernard Cohen: *The Case of the Missing Tanquam: Leibniz, Newton & Clarke*. Isis 1961. 52. 555–566.
- M. Zemplén, Jolán: *A magyarországi fizika története a XVIII. században*. Akadémiai Kiadó, Bp., 1964.
- M. Zemplén Jolán: *A felvidéki fizika története 1850-ig*. Magyar Tudománytörténeti Intézet, Piliscsaba, 1998.
- Mamiani, Maurizio: *The Rhetoric of Certainty: Newton’s Method in Science and in the Interpretation of the Apocalypse*. In: Marcello Pera – William R. Shea (eds.): *Persuading Science: The Art of Scientific Rhetoric*. Science History Publications, Canton, 1991. 157–172.
- Newton, Isaac: *Opticks or a Treatise of the Reflections, Refractions, Inflections & Colours of Light*. Dover Publications, London, 1952.
- Newton, Isaac: *A világ rendszeréről és egyéb írások*. Magyar Helikon, Bp., 1977.
- Newton, Isaac: *A Principiából és az Optikából. Levelek Bentleyhez*. Kriterion, Buk., 1981.
- Newton, Isaac: *The Principia, Mathematical Principles of Natural Philosophy*. University of California Press, Berkeley – Los Angeles – London, 1999.



- Newton, Isaac. *Newton válogatott írásai*. Typotex, Bp., 2010.
- Stein, Howard: *On Locke, "the Great Huygenius, and the Incomparable Mr. Newton"*. In: P. Bricker – R. I. G. Hughes (eds.): *Philosophical Perspectives on Newtonian Science*. The MIT Press, Cambridge, 1990.
- Vekerdi László: *Így élt Newton*. Móra, Bp., 1977.
- Vermeir, Koen – Margócsy Dániel: *States of Secrecy*. *British Journal for the History of Science* 2012. 2. 153–164.
- Westfall, Richard S.: *Never at Rest: A Biography of Isaac Newton*. Cambridge University Press, Cambridge, 1980.
- Zemplén Gábor Á.: *Törékeny spektrum. Newton érvei és az autoritás képződése hálózatokban*. Typotex, Bp., 2015.

