

KEPLER

*Kiegészítések Vitellióhoz, melyek a csillagászat
optikai részét tartalmazzák (1604)*

Szemelvények

Fordította: FRAZER-IMREGH Monika és VASSÁNYI Miklós,
jegyzetek: KUTROVÁTZ Gábor

Tartalomjegyzék¹

1. fejezet: A fény természetéről
2. fejezet: A fénysugarak alakjáról
3. fejezet: A katoptrika [*Catoptrices*] alapjairól és a kép helyéről
4. fejezet: A fénytörések megméréséről
5. fejezet: A látás módjáról
6. fejezet: Az égitestek különböző fényéről
7. fejezet: A Föld árnyékáról
8. fejezet: A Hold árnyékáról és a nappali elsötétedésről
9. fejezet: A parallaxisokról
10. fejezet: A csillagok mozgásainak optikai alapjairól
11. fejezet: A Nap és a Hold átmérőjének és fogyatkozásainak szakszerű megfigyeléséről

¹ *Ad Vitellionem Paralipomena, Quibus astronomiae pars optica traditur; Potissimum de artificiosa observatione et aestimatione diametrorum deliquorumque Solis & Lunae.* Francofurti: Apud Claudium Marnium & Haeredes Ioannis Aubrii, 1604. Kepler általában az *Astronomiae pars optica* (A csillagászat optikai része) cím alatt hivatkozik e művére. Az *Ad Vitellionem Paralipomena* Vitellio – másként Vitello vagy Witelo (kb. 1220 – kb. 1280) lengyel szerzetes-csillagász *Optica* című műve második könyvének korrekciója és kiegészítése. Amint ezt a Kepler által Mästlinhez 1600. szeptember 9-én írott levélből tudjuk, Kepler 1600 júliusában kezdett dolgozni ezen a művén: *Itaque reliquo mense Julio scripsi Paralipomena ad librum secundum Optices Vitellionis* (Kepler: *Gesammelte Werke*, Band XIV, hrsg. von M. Caspar, München: 1949, 150). Kepler bizonyára az *Opticae thesaurus* címen, 1572-ben megjelent gyűjteményes kötetből ismerte Vitello szövegét: *Opticae thesaurus. Alhazeni Arabis libri septem, nunc primum editi. Eiusdem liber De Crepusculis & Nubium ascensionibus. Item Vitellonis Thuringopoloni Libri X.* Basileae: Per Episcopios, 1572. E kötet tartalmazza Alhazen terjedelmes *Opticáját*, a *De crepusculis et nubium ascensione* (Az akonyatról és a felbök felszállásáról) c. művét, majd – új belső címlap után és egyestől újrainduló oldalszámozással – Vitello *Opticáját*. Ennek második könyve egyebek mellett a fény átlátszó közegben való terjedéséről és az árnyékokról szól (lásd még: A.C. Crombie: *Science, Optics, and Music in Medieval and Early Modern Thought*. London and Ronceverte: The Hambledon Press, 1990, 224–226).

Johannes Kepler őfelsége császári matematikusa optikai könyvei elé

Johannes Seussius, II. Keresztély szász választófejedelem titkára:

EPIGRAMMA

Ő,² ki szemét (a tüzezt) a világnak³ hordja magán, és
 ő, ki „szemekkel”⁴ akar, látni egyéb „szemeket,”
 Ő beragyogja a lelkednek szemeit, csoda Kepler,
 könyved igézi meg őt, elvész lapjaiban.
 Nem rettentí sugárzó fény, atomok suhanása,
 és hogy a szín özönén mily csoda árnyat adott:
 bár szimplán egyenes tükröd, vagy sokszoros-ékes,
 mert azt, mit te mutatsz, még sose látta szemünk.

A SZERZŐ EPIGRAMMÁJA

Saját szeméről és A szemről című értekezéséről

A szem:

Míg az igazság fényét lencsém közvetítette
 néked, eszem, oda lett élességem, erőm.
 Mert a frigyünkből nyerted a látást, adj valamennyi,
 résznyi jutalmat most, társam, már nekem is!

Az ész:

Mit tegyek, ó te szegény, amidőn a kegyetlen
 óra elűz engem, s tőled elszigetel?

A szem:

Ments a sötétségtől meg, a fényt hozd mindig, amerre
 jársz, a haláltól óvj, félelmem te csitítsd!

Az ész:

Munkánk fejtegetem, s feltárom, híre legyen csak,
 írásomban örök lesz, mit sújt az idő.
 Ott említem a kárt, ami ért, értem mi terád várt:
 fényed benne ragyog, és beragyogja hibád.

² A patrónusra utal. (FIM)

³ A Nap tündöklését, mely az uralkodói méltóságra utal. (FIM)

⁴ A lencsékkel – ez vonatkozhat optikai eszközökre (pl. szemüvegre), de akár a szemlencsére is. (FIM)

EGY MÁSIK UGYANARRÓL

A szem beszél

Hírért bosszultat kicsinyítek, a névvel a látást:⁵
jobb véget ma tanulj lélek, a véget legyőzd!

(Ford. Frazer-Imregh Monika)

I. fejezet: „A fény természetéről” (részlet)⁶

Miután pedig itt a geometriáról időnként kitérünk a fizikai szemlélődésre, ezért a tárgyalásmódunk is egy kicsivel szabadabb lesz, nem fog mindenütt betűkhöz és ábrákhoz alkalmazkodni vagy bizonyítások bilincseihez kötődni, hanem feltételezések révén [*coniecturis*] kötetlenebb lévén, a filozofálás bizonyos szabadságát kísérli meg utánozni; de mégis törekedni fogok arra, hogy – amennyire lehetséges – tételekre osszam fel ezt is.

A közös fogalmak⁷ <megadása> helyett először ama szócskákkal kapcsolatban kell óvatosságra intenem, melyeket a görögök <egyetlen> közös szóval a sugarak ἀνάκλασις-ának neveznek,⁸ a latinok pedig a megkülönböztetés végett két nemre osztanak fel, melyek egyikét fényvisszaverődésnek [*reflexorum*], másikat fénytörésnek [*refractorum*] határozzák meg. De ha a szavakat a dolgok különböző természetűe miatt váltogatni kell, akkor a legjobb olyanokat választani, melyekben a nép

⁵ Ez az epigramma is az éleslátásának elvesztéséről, szemé „haláláról” beszél, amikor is munkájának oltárán feláldozta azt. Így lett a hírnév érdekében elhanyagolt szemének bosszúja a rövidlátás, ezért a lélek feladata, hogy a szem „halálának” oltárán a hírnév halhatatlanságát kell felajánlania a szem számára. (FIM) (Kepler ugyanis rövidlátó volt, egyik szemére kettős látással, feltehetőleg egy gyermekkorai himlő következtében, lásd Caspar: *Kepler*, 36 és 369. Egyébként a *Kiegészítések Vitellióhoz* 5. fejezete tárgyalja a látás módját és a szem felépítését, ezen belül a 3. rész 28. tétele vizsgálja a rövidlátás és a távollátás problémáját. – Kutrovátz Gábor megjegyzése a fordító jegyzetéhez.)

⁶ *Ad Vitellionem Paralipomena*, 5–7. A kötet a belső címlap után egy *Prooemium*-mal kezdődik, melynek befejezése így határozza meg Kepler célját műve megírásakor: *Nam quia non tantum de directo, sed etiam de re percusso & refracto radio, multa a Vitellione praetermissa, multa, quorum erat a priori ratio reddenda, ab experientia tantum accersita & in principiorum locum collocata sunt: placuit mihi totam lucis naturam paulo penitus inspicere, & ea, quae apparent, quantum in praesentia fieri potuit, ad sua principia reuocare: si fortasse futuri sint lectores, quorum ingenia ad indaganda lucis arcana his Disputationibus magis vel excitari, vel etiam innuiri possint. Quanquam non admodum praeter institutum ista: Nec enim pauca sunt Astronomo per omnes radiorum species expedienda.* – Ezt a bekezdést közvetlenül követi az 1. fejezet.

⁷ *communes notiones* (gör. κοινὰ ἐννοιαί): Olyan fogalmak és axiómák, melyeket egy tetszőleges vitapartner feltehetőleg ismer és elfogad, s amelyeket ezért nem kell meghatározni, illetve bizonyítani. Eukleidész *Elemek* c. műve így nevezi azokat az alaptételeket, melyekre ma axiómákként hivatkozunk. A „közös fogalom” Descartes 1644-ből származó meghatározása szerint *ueritas quaedam aeterna, quae in mente nostra sedem habet, uocaturque communis notio, siue axioma* (*Principia philosophiae*, Pars prima, propositio 49).

⁸ ἀνάκλασις: visszakanyarodás, visszaverődés.

általános szóhasználata szerint a lehető legpontosabban fejeződik ki az egyes dolgok természete. Úgy tűnik mármost, hogy a latin optikusok ezt nem szerencsésen csinálták.

Szerintem ugyanis „hajlítani” [*flectere*] a latinok számára annyi, mint κάμπτειν a görögök számára⁹ – a szót szigorú értelemben a meghajlított dolgokra használjuk, amelyek a <rájuk ható> erő megszűntével visszatérnek önmagukba; ezért mondjuk azt is, hogy a térd hajlik, mivel az inak megfeszülnek, és a testrész alakja íveltnek mutatkozik. A szó további használatai ezek analógiáján alapulnak.

A görögök ἀνακλᾶσθαι-ára igen pontosan rímel az,¹⁰ ami a latinok számára a „törni” [*frangere*] – ami különösen a fából készült dolgok folytonosságának megszűnését és hanghatást tételez fel. A görögök ezért nevezik a fáról letört ágacskát κλάδος-nak.¹¹ A κλάζειν pedig ama zaj jelölésére használatos, amit a latinok is „robaj”-nak [*fragor*] mondanak a „törés”-ről [*frangendo*]. Ha ezeket összeveted a sugarak állapotaival [*affectionibus*], akkor – ha szigorú szóhasználatra törekszel – a „hajlítani” [*flectendi*] kifejezés egyáltalán nem megfelelő, mivel semmi ilyesmi nem fér össze a sugarakkal, akár tükröktől, akár a víztől szenvedjenek el valamit. Ezzel szemben mind a tükör, mind a víz előidézte jelenséget igen helyesen lehet kifejezni a közös „törés” [*fractio*] szóval. A fénysugár ugyanis mindkét esetben valóságosan megtörik: az egyik esetben a tükör által, a másikban a víz felszíne által, és a megtört sugár részei egyenes szárú szöget hoznak létre.¹² Még ha tágabb értelemben szintén elhajolni [*deflectere*] mondjuk azt is, aminek egyetlen dolognak kellene lennie, de két egymással érintkező egyenes vonallá alakul át, épp mint a fénysugarak; mégis mindenképpen kerülnünk kell az „elhajlani” kifejezést, mert így zárható ki az, amit hozzágondolunk. Hiszen az elhajlás – ezen értelmezése révén – a sugarak mindkét nemének megfelelő, pontosan úgy, ahogyan a görögök ἀνακλᾶσθαι kifejezése. De miután a sugarakat máshogyan módosítják a tükrök, s máshogy a víz (hiszen a sugár a tükrőről arrafelé verődik vissza, amerről érkezett, a víz felszínéről azonban a mélység felé s ellenkező irányba tér ki, mint ahonnet jött), ezért kövessük itt az optikusok szokását, és különítsük el a megnevezéseket, s nevezzük az egyiket vergiliusi és a fajára utaló kifejezéssel *visszaverődőnek* [*repercussus*], a másikat pedig a neme megnevezésével¹³ *befelé törőnek* [*infractus*], hogy maguk az előképzők utaljanak a dolog természetére.

Hogy azonban az ilyen típusú tulajdonságokat levezessék, minden filozófus és optikus bizonyos módon egymás mellé állítja a fizikai testeket és azok mozgásait, valamint a fényt – amit mi egy kicsit szélesebb körben fogunk elvégezni.

⁹ κάμπτειν: hajlik; hajlít.

¹⁰ ἀνακλᾶσθαι: visszahajlik, (fény) visszaverődik.

¹¹ κλάδος: gally, ág (a szó gyöke azonos az ἀνακλᾶσθαι szó gyökével).

¹² A létrejövő szög mindkét szára egyenes, tehát nincs szó a fénysugár meghajlásáról.

¹³ A nem (*genus*) neve a megtörés (*fractio*); ezen belül a megtörő anyag belseje felé való kitérést jelzi az *in*- előképző.

Először is, minden dolog természete ki kellett fejezze – amennyire ez az adott dolog lényegének alkata alapján lehetséges volt – az alkotó Istent. Hisz amidőn a tökéletesen bölcs Alkotó törekedett mindent a lehető legjobbra, legdíszesebbre és legkiválóbbra csinálni, önmagánál se jobbat, se díszesebbet nem talált, és semmi kiválóbbat sem. Ezért amikor a testi világot forgatta lelkében, az önmagához lehető leghasonlóbb formát szánta annak. Ebből keletkezett a mennyiségek egész neme, s benne a görbe és az egyenes különbségei, és a mindenek közül legkiválóbb alak, a gömbfelület [*Sphaerica superficies*]. Mert a tökéletesen bölcs Alkotó ennek kialakításában játékosan elhelyezte a saját, imádatra méltó Háromságának képmását. Így a középpont a gömbnek úgyszólván egyfajta eredete; a felület a legbelső pont képmása; és az ennek megtalálásához vezető út (mely felfogásunk szerint úgy születik, hogy a pont vég nélkül kilép önmagából, amíg csak minden kilépése valamiképpen egyenlő nem lesz, amennyiben a pont úgy közli magát ezzel a kiterjedéssel [*amplitudinem*], hogy a pont és a felület a sűrűség és a kiterjedés fordított arányossága mellett egyenlőek legyenek)¹⁴ ilyenformán a pont és a felület közötti minden tekintetben legteljesebb egyenlőség, a legszorosabb egység, legszebb együttműködés, összefüggés, viszony, arányosság, összemérhetőség.¹⁵ Habár nyilvánvalóan három dologról van szó: a középpontról, a felületről és a kettő közötti térközről [*Intervalum*], e három mégis annyira egy, hogy egyikük sem hiányozhat még gondolatban sem anélkül, hogy az egész meg ne semmisülne.

Ez tehát a testi világ igazi, ez a legalkalmasabb képmása,¹⁶ melyet vagy minden megszorítás nélkül, vagy valamilyen tekintetben magára ölt minden, ami csak a testi teremtmények közül a legnagyobb fokú teljesültségre törekszik. Ezért maguk a testek – minthogy önmaguk révén saját felületeik határai fogják közre őket, s nem képesek magukat gömbbé növelni – különböző erőkkel [*virtutibus*] vannak ellátva, melyek a testekben székelnek ugyan, de magukban véve egy kicsit szabadabbak és *testi* anyagtól mentesek, bár valamiféle sajátos, geometriai dimenziókat felöltő anyagból állnak, s alkalmasint kitágulnak, és gömbalakra törekednek; ahogyan ez különösen a mágnesben, de számos más dologban is világosan megmutatkozik. Mi csodálatos van tehát abban, ha a világban lévő minden dísz ama forrása, melyet az isteni Mózes mint a Teremtő valamely eszközét rögtön az első napon bevezet az

¹⁴ A kiterjedő felület „sűrűsége” – modernebb, bár kissé anakronisztikus analógiával: az erővonalak sűrűsége, azaz az egységnyi felületre eső intenzitás – fordítottan arányos a felület nagyságával. Így a kiáradó fény összessége állandó a forrástól távolodva, és egyenlő minden közbeeső gömbfelület mentén. Kepler itt az újplatonikus emanáció (azaz kiáradás) koncepcióját mennyiségi terminusokban értelmezi, és erre építi általánosabb erőfogalmát is, melyet a fény mintájára képzel el. Lásd erről még az *Új, oknyomozó csillagászat* 33. fejezetét (magyar fordításban: *A világ bizonyos szimmetriája*, 149–162), amely visszaüt a jelen fejezetre.

¹⁵ A középpont az Atya mint eredet (*origo*) szimbóluma; a középpont képmásaként (*imago*) felfogott gömbfelület a Fiúé; a kettő egyenlőségét biztosító út (*via*) vagy kilépés (*egressus*) a Szentléleké.

¹⁶ Lapszéli szakasz cím: „A gömb a fény, sőt a világ ősképe [*archetypus*];” lapszéli jegyzet: *Lucis encomium* („A fény dicsérete”).

épp csak létrehozott anyagba mindenek megformálása s megelevenítése végett;¹⁷ miért csodálatos, mondom, ha ez a forrás – mely az egész testi világban a legkiválóbb dolog, az élőlényi képességek szülőanyja [*matrix animalium facultatum*], s a testi és a szellemi világi összekötő kapcsa – magukba ama törvényekbe is átment, melyek révén a világot fel kellett díszíteni? A Nap ezért egyfajta test;¹⁸ benne van az a fénynek nevezett képesség, mely által minden dologgal közli önmagát; melynek akár ezen az alapon is az egész világ közepén lévő hely és a középpont jár, hogy örökké egyenletesen árássa ki magát az egész gömbbe. A Napot utánozza minden egyéb, ami részesül a fényben. E megfontolásból úgyszólván bizonyos tételek fog-
nak keletkezni, melyek Eukleidésnél, Vitelliónál és másoknál az alapelvek között helyezkednek el.¹⁹

fordította: Vassányi Miklós

¹⁷ Vagyis a fény (1Móz 1,3).

¹⁸ Lapszéli szakasz cím: „A Nap helye a világban.”

¹⁹ Kepler ezután 38 tételt sorol fel és bizonyít a fény természetéről még az *Ad Vitellionem* első fejezetében. Néhány a legfontosabbak közül: A fény mint egy testről leváló felület „kiáramlik vagy kivetül forrásától egy távoli hely felé” (1), a végtelenbe törekedve (3), egyenes vonalban (4) és végtelen sebességgel (5). Immateriális, avagy anyagtalan, ezért nincs súlya vagy ellenállása (3, 5). Mivel felület, ezért nem „a testek kiterjedése maga” akadályozza meg a rajtuk való áthaladásban (10), hanem azok felületeivel lép interakcióra (12), különösen a sűrű testekével (13–14) és a színes testekével (15–16). Minthogy a legtöbb anyagi test részekből áll össze, és ezeket a részeket felületek választják el, ezért minél több a belső felület, annál sűrűbb és színesebb a test, tehát annál kevésbé átlátszó (17).