

Newton korai írásai

És az első optikai munkák

Zempléni Gábor

Nagyon vázlatos életrajz

- 1642, Karácsony, Woolsthorpe – majorság, zaklatott gyermekévek, patikusgyakornok, mechanika iránti érdeklődés
- 1661, Trinity College, Cambridge – alszolgadiák, Isaac Barrow diákja, pestisjárványok, *Annus mirabilis* - csodálatosan termékeny időszak
- 1669 Lucasian Professor (Matematika, Asztronómia) – első előadások optikából
- 1672 Első publikáció: „Új elmélet” a színekről és a fényről, reflektor-távcső készítése
- 1687 „*Principia mathematica philosophiae naturalis*” - latin nyelvű munka, fokozatosan kiteljesedő hatás
- 1696 A Pénzverde felügyelője majd igazgatója
- 1703 Az Angol Királyi Társaság elnöke
- 1704 *Opticks* – angol nyelvű, összefoglaló optikai munka, a 18. század egyik legsikeresebb tudományos munkája
- 1726 elhunyt

Az óra szerkezete

1. Newton korai érdeklődése – összefoglaló
2. A korai optikai ismeretek
 1. Optika
 2. Katoptrika
 3. Dioptrika
 4. Kromatika
3. Newton korai optikai munkái és kísérletei
 1. Matematikai
 2. Fizikai
 3. Fiziológiai
 4. A prizmakísérletek
4. Az első összefoglalás és az „Új elmélet” (talán jövő órán)
 1. Az optikai előadások
 2. Az „Új elmélet”
 1. Tartalom
 2. Érvelési mód

1. Newton korai érdeklődése – összefoglaló

- Az egyetemi tanulmányok alapvetően arisztotelianus szemléletet adtak (*Organon*, etikai munkák) – Newton mérsékeltlen érdeklődött eziránt
- változó színvonalú korai olvasmányok –, természetes mágia, ismeretterjesztő munkák, népi bölcsességek, korai mechanikus szemlélet
- Gyermekkorától rengeteget ír, másol, jegyzetel, számol – sokmillió karakteres hagyatéka

- A tanulmányok során többször pestisjárvány – bezárják az egyetemet
- Newton olvasmányai egyre inkább szakmaiak, megismeri Descartes (van Schooten fordítása), Hooke és Boyle munkáit
 - Hogy egy asztrológiai munkát megértsen, „Kitanulja” kora matematikáját. Az új, karteziánus tradíciót magától értetődőnek találja, a „számolómesterek” matematikáját nem is igen ismeri
- Autodidakta, de matematikai fejlődése lenyűgöző
 - kúpszeletek, trigonometria, kvadraturák, stb.
- Olvasmányok, jegyzetek, kísérletek közös célja: átfogó mechanisztikus szemlélet kidolgozása, amelyben a számára fontos jelenségek mind magyarázatot kapnak
- Ezt a fejlődést az optikai munkákhoz kapcsolódóan vizsgálom, de a korai jegyzetfüzetek szerteágazóak, számos filozófiai, mechanikai, kémiai, stb. területet érintenek

Gyakran a filozófiából is mechanika

Of Place

Extension is related to places, as time to days yeares &c. Place is y^e principium individuationis of streight lines & of equall & like figures y^e surfaces of two bodys becomming but one when they are contiguous becaus but in one place.¹⁹



Of time & Eternity

The representation of a Clock to goe by water or sand.

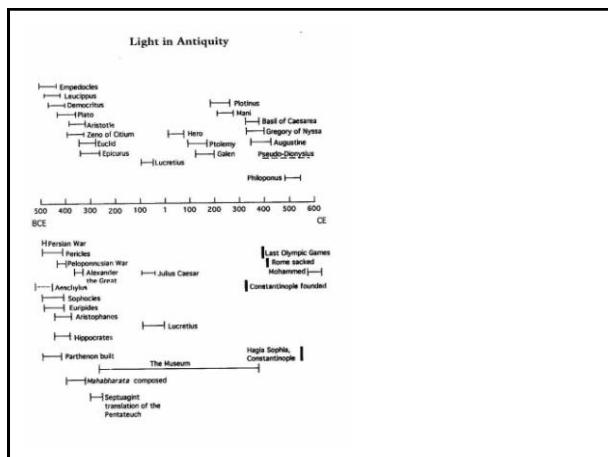
Probleme

1. By a line of tangents upon a Suare ruler & a plumet to know at one view, whither y^e stile of a diall bee true & thereby to erect a stile.

2. A korai optikai ismeretek

2.1 Optika

- Geometriai optika, de látás-tan is. (visszaverődés, fénytörés részben elkülönült)
- 2.1.1 „látósugár” elméletek
- 2.1.2 Meteorológiai jelenségek

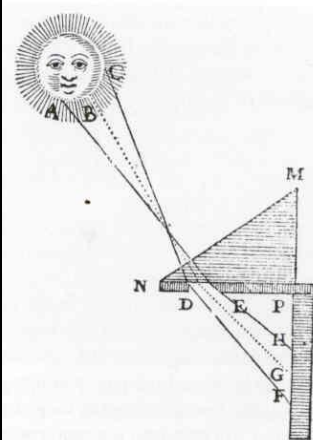
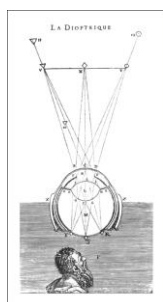
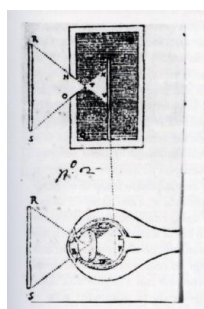


2.1.1 Látósugár és geometriai optika

- Általános látásmagyarázat
- Egyenes vonalú terjedés
- Diszkrét sugarak (Euklidész) vagy homogén látókúp (Ptolemaiosz)
- Az ókortól „megoldott” része az optikának, de
 - Nem foglalkozik a látás fiziológiájával
 - Nem vizsgálja a szem felépítését
 - „indifferens” a sugarak irányát illetően
 - Nincs közvetlen távolságpercepció

- Matematikai, deduktív munkák – de kérdéses, hogy az axiómák igazak, vagy csak feltevések (matematikában ez a kérdés a 19. századig nemigen merül fel)
- **Fejlődés a 17. századig:**
 - Kezdetben a látókúp csúcsa a szemben – de a „camera obscura” modell (Leonardo? Kepler?) a retinális fordított, kicsinyített képet tekinti a látás kialakulásában a döntőnek
 - Perspektivikus ábrázolás kialakulása
 - Anatómiai ismeretek változása

Camera obscura, retinális kép: a geometriai optika diadala



Descartes

- *Meteores*, VIII, 1637
- A prizmaszínek és a szivárvány színei
- Modifikáció a fényugár széleinél
- Két fősín: kék és vörös

2.2 Katoptrika - töréstan

- Fénytörés „szabályai” korán feltártak
- Első elmités: Platón *Timaios*
- A gömbfelület nem egy pontba gyűjti a sugarakat: aberráció felismerése
- A tükrözés törvénye (Hérón): a természet „gazdaságosságát” mutatja – a legrövidebb út
- Szorosan összefügg technikai kérdésekkel
 - mi a görbülete annak a tükörnek, ami a legnagyobb hőt hozza létre (gyűjtőtükrök)?
 - Komoly szerep szórakoztatásban, vallási praktikákban (Istennő képeinek tükrözése, stb.)

2.3 Dioptrika

- Pénzérme „megjelenése” egy edényben, ha vizet öntünk rá
- Folyamatos probléma: MIK a fénytörés szabályszerűségei?
- Ptolemaiosz kísérletei (!) a 17. századig a legpontosabbak:

belépő	kilépő	különbségek
10	8,0	8
20	15,5	7,5
30	22,5	7
40	28,0	6,5
50	35,0	6
60	40,5	5,5
70	45,5	5
80	50,0	4,5

A különbségek különbsége állandó – már Babilonban ismert csillagászati táblákból
Középkorban sokkal gyengébb törvények (Grosseteste és mások)

Ptolemaiosz (85-165) művei:

- *Almagest* - bolygómozgásokról
- *Tetrabiblos* – bolygókonstellációk hatása földi jelenségekre (fontos asztrológiai munka)
- *Optika* (elvesztett, később megtalált, de hatása arab közvetítéssel a késő középkortól jelentős)

- Kísérleti módszer!

*Tudom, halandó vagyok és egy nap elmúlok,
De ha szellemem a csillagok pályáit követi
Akkor lábam többé nem a földön áll, hanem
Zeusz mellett, ahol az ambróziát,
a mennyei nektárt magamhoz veszem*
(*Almagest*, I. könyv)



- Változások a dioptrikában a 17. századig
 - szinusz-törvény – kétezer éves probléma megoldása

- Thomas Harriot, 1601 előtt,
- a holland Willibrord Snel 1621-ben
- vagy a Hollandiában élő francia René Descartes 1637-ben

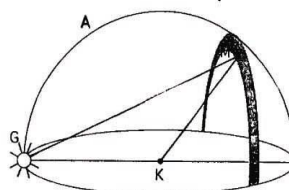
- teljes tükröződés – a két közegre jellemző szögnél kisebb szög esetén nincs ki/belépő sugár
- aberráció gömbi (szférikus) lencsénél – ma ez az ún. szférikus aberráció
- „törésmutatók”

2.4 Kromatika

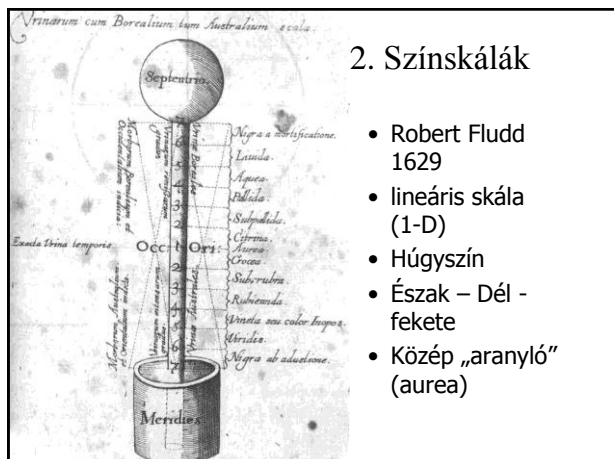
számos területet érint

- festészet (pigmentkeverés) – textil/fal/stb.
 - **chróma**, atos, to, (chrōnumi) *bőr*, elsősorban az emberi bőr – felületi tulajdonság
- „látszólagos” színek
 - természetfilozófiai vitákban fontos meteorológiai jelenségek „szindiagnosztika” – testvadásék és egyéb színskálák
- Mivel az ókorban a fénytörés szabályai nem pontosan feltártak, az ilyen színjelenségeket általában „kevert” módon magyarázták
 - *anaklasis* – Arisztotelésznél mind a tükröződés, mind a fénytörés
 - a „látszólagos” színek általában a fény/látósugár *módosulásaként* jönnek létre

Arisztotelész szivárványmagyarázata



- A szivárvány sohasem formál teljes kört, max. félkört
Minél magasabban áll a nap, annál kisebb része látszik a szivárvány gyűrűjének
A színeket az anaklasis okozza – a látósugár „gyengülése”
A gyengülés és a színváltozás közegeken keresztül is jelentkezik (modifikacionista elmélet) – lásd köv. fólia.



2. Színskálák

- Robert Fludd 1629
- lineáris skála (1-D)
- Húgyszín
- Észak – Dél - fekete
- Közép „aranyló” (aurea)



Uroszkopia

15. sz.
húgyszín skála

3. Newton korai munkái és kísérletei

- A használt kéziratok:
 - Commonplace book, Add. 3996, "Isaac Newton Trin. Coll. Cant. 1661". 9.5 x 14.2 cm *Note-Book*: "Questiones quaedam Philosophicae", Waste Book, Add. 4004 Add. 4000 Add. 3975, 1664-1693. 'Of Colours', fol. 1-22.
 - Az időrend megállapítása problematikus
- Több párhuzamos megfigyelés, kísérlet, olvasmányok jegyzetei, kritikák és gondolat-kísérletek
- 3.1 A matematikai probléma: milyen alakú lencsével lehet az aberrációt kiszámolni?
 - Hasonló számításokat mások is végeztek – a minta Descartes
 - ehhez kapcsolódik: hogyan lehet nem gömbi lencsét csiszolni

3.2 A fizikai probléma

- Hogyan jönnek létre a „látszólagos” színek
 - általános a korban – ha a „látszólagos” színeket (a fény színeit) megmagyarázzuk, érteni fogjuk a „valódi” színeket is (testek színei, pigmentek, stb.)
 - milyen módosulás következtében jönnek létre
 - a fény milyen tulajdonságokkal rendelkezik, ami ezt lehetővé teszi
 - kiküszöbölhető-e a színjelenségek?
 - a minta – Descartes és Hooke

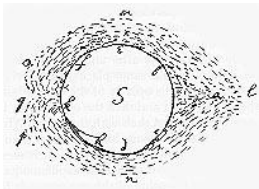
Newton korai munkái és olvasmányai

- Korai olvasmányok (Descartes, Hooke, Charleton, Boyle, mentora Isaac Barrow) mind a fény módosulását tekintették a „látszólagos” színek okaiként
 - geometriai optikai munkákban is és ált. természetfilozófiában is elterjedt – de nem matematizált
- az elméletek mind különböztek, de általában fény/árnyék határfelületét vagy közegek határfelületét tették felelőssé a színek kialakulásáért – az eredeti arisztotelészi magyarázat a közegekre is érvényes volt. Magyarázták a
 - prizmaszíneket és más „látszólagos” színeket (szívárvány, stb.)
 - Változó felületi színeket (páva farktollai, gerle nyaka)
 - (fényszóródási jelenségeket – lemenő nap vöröse)

De mi a módosulás mechanizmusa?

- Nincs egyetértés – Boyle pl. bevallja, hogy a mechanizmus nem tisztázott:
 - "De hogy e módosulás oka a fény és az árnyékok keveredése, vagy a karteziánus részecskék haladásának és forgásának arányváltozásai, vagy valamely egyéb ok, nem merném itt kijelenteni" (Boyle 1664: 90)
- Newton elkötelezett a korpuszkuláris magyarázat mellett, de sokféle lehetőséget lát

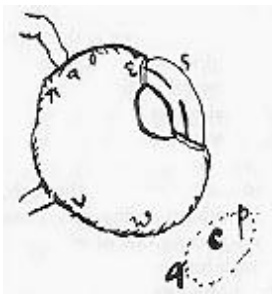
- ez egy korai jegyzetfüzet ábrája egy haladó fény(!)részecskéről (*species visibile*)
- a színeket okozhatja
 - részecske forgása
 - sebességkülönbsége
 - tömegkülönbsége



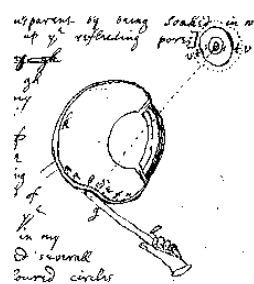
3.3 Fiziológiai kísérletek

- "Miután a Napba néztem, minden világos színű test vörösnek tűnt és minden sötét test kéknek. Miután a szememben megnyugodott (motion of the spirits in my eye were almost decayed) és a testek természetes színeit láttam, becsuktam szemem és magam elé képzeltem a látott Napot. Kék folt jelent meg, amely közepén folyamatosan kivilágosodott ... mellette vörös, sárga, zöld, kék és lila körök voltak... Miután ismét kinyitottam szemem, a fehér testek vörösnek, a sötétek kéknek tűntek, mintha ismét a Napba néztem volna."
- Két szín dominál a korai jegyzetekben
- Sokszor fájdalmas/veszélyes kísérletek

A szemgolyó nyomása kézzel és a létrejövő színek



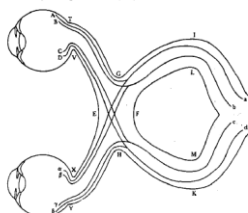
- "Rézlapot téve szemem és a csont közé – a tunica retina közepéhez közelebb, mint kézzel értem volna, nagyon élénk benyomást szereztem ... Ha sötétben voltam és nagyon erősen nyomtam a szemem, színes körök jelentek meg – lila, majd kék, majd sárga, tűzvörös, sárga, zöld, kék és lila."



- a fiziológiai kísérletek „nyomás”-információkat szolgáltatnak

Boncolás is?

- Talán Newtontól származik a *chiasma opticum* első „jó” átkapcsolási rajza – a látóideg rostjainak részleges átkereszteződésével



Of Colours.¹¹
The Tunica Retina grows not from y^o sides of y^o optic nerves (as y^o other two w^o rise one from y^o dura, y^o other from y^o Pia mater) but it grows from y^o middle of y^o nerve sticking to it all over the extremity of its marrow. Which marrow if the nerve be any where cut cross wise twist y^o eye & y^o union of the nerves, appears full of small spots or pimples, w^o are a little prominent, especially if the nerve be pressed or warmed at a candle. And these shoot into y^o very eye & may be seen w^o in side where y^o retina grows in y^o nerve, and they also continue to y^o very juncture EFGH, but at the juncture they end on a sudden into a more tender white pap like the interior part of the braine & soe y^o nerve continuing after y^o juncture into y^o braine fill w^o a white tender pap in w^o can be seen noe distinction of parts as betwixt y^o said juncture & y^o eye.

¹¹ This section of Add. 3975 was published by Sir David Brewster in No. 121 of the Appendix to Volume 1 of *Newton's Opticks*, 1857. The original drawing of the *chiasma opticum* is in the original manuscript of Add. 3975 and reproduces a drawing published by Joseph Harris in the *Tracts of Optics* (London, 1776).

3.4 Prizmakísérletek

- a prizmak a korban „játékszerek” (Fool's Paradise) – Newton munkája révén válnak kísérleti rendszerek részeivé
- vásárokon vásárolja az első prizmákat: különböző törésmutatójú üvegek (majd generációkkal később Dollond fedezi fel)
 - karcok
 - buborékok
 - elszíneződések
 - nem sík lapok

Miért prizma?

- *exhaustio*: *Lencséket* akar vizsgálni, de a prizmák „egyszerűsítések” – modellezik a lencséket (elődök: Descartes, Boyle)
- Kísérlet a (szférikus) aberráció kiküszöbölésére



A prizmaszínék – a „határon” születnek



A színelmélet fejlődése

- Mi történik a részecskékkal, hogy a felső határon vörös, az alsón kék jelenik meg?
- a fiziológiai kísérletek szerint erős nyomás vörös – gyengébb kék színt eredményez
- ez összhangban a fizikai eredményekkel – vörös szín a legnehezebben eltéríthető („nagyobb erővel halad”) – kék legkönnyebben
- A magyarázat sokféle lehet, pl.
 - a vörös részecskék felgyorsulnak
 - a vörös részecskék pörgése megváltozik
 - a vörös részecskék eleve nagyobbak/nehezebbek
- A magyarázatok egy része illik a kor modifikacionista modelljeihez, más részek viszont nem

- a prizmakísérletek megmutatják a „különböző törékenységet” – de két prizma kell az ellenőrzéshez
- melyik korpuszkuláris modell a megfelelő?
 - „a lassú sugarak kevésbé törnek meg, mint a gyorsak” és „kétféle szín jön létre, ti. a lassúakból kék, égszín és lilák, a gyorsakból vörös és sárga”
- Mivel pl. a Jupiter holdjai nem színesek, Newton lemond a sebességkülönbségek lehetőségéről és méret/tömegkülönbség mellett köteleződik el
- ez alapvetően antimodifikacionista elköteleződés

- korábban:
 - két alapszín, ez magyarázza többet (*explanans*)
 - *lux-lumen* különbség
 - modifikáció
 - fényerő és színárnyalat közös skálán
- ekkor:
 - „Minél egyformábban mozgatták a globulusok a szemideget, annál inkább vörös, sárga, kék, zöld stb. színűnek látszanak a testek. De minél sokfélebben, annál inkább fehér, szürke vagy fekete a test”
 - fehér, fekete: *explanandum*, nem *explanans*
 - fehér fény – heterogén
 - az egyedi színek tiszták – több mint 2 alapszín
 - fényerő és színárnyalat külön „dimenziók”
- fizikai és fiziológiai modell kapcsolódása egy korpuszkuláris elméletben
- ez egyben válasz a matematikai problémára is: nem megoldható a **kromatikus** aberráció kiküszöbölése
- tehát a lencsés teleszkópok tökéletesítésének maga a fény tulajdonsága szab határt – Newton kidolgozza a tükrös teleszkópot

