

Newton korai írásai

És az első optikai munkák

Zemplén 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

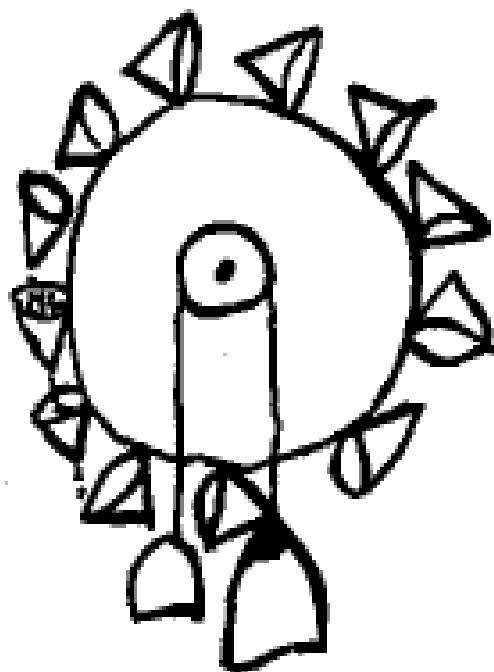
- Az egyetemi tanulmányok alapvetően arisztoteliánus szemléletet adtak (Organon, etikai munkák) – Newton mérsékelten érdeklődött eziránt
- változó színvonalú korai olvasmányok –, természetes mágia, ismeretterjesztő munkák, népi bölcsességek, korai mechanikus szemlélet
- Gyermekkorától rengeteget ír,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

- 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 „számológymesterek” matematikáját nem is igen ismeri
- Autodidakta, de matematikai fejlődése lenyűgöző
 - kúpszeletek, trigonometria, kvadratúrák, 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 becomeing 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

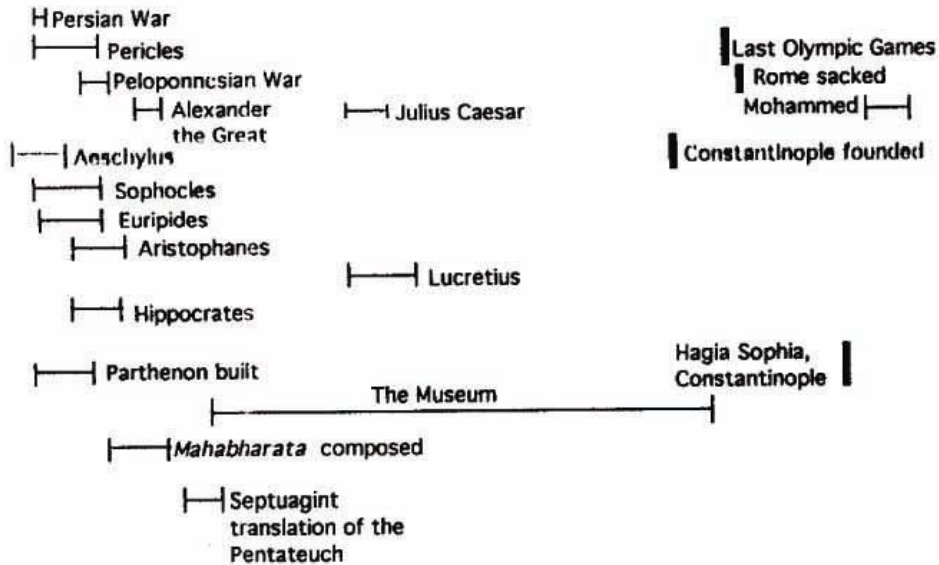
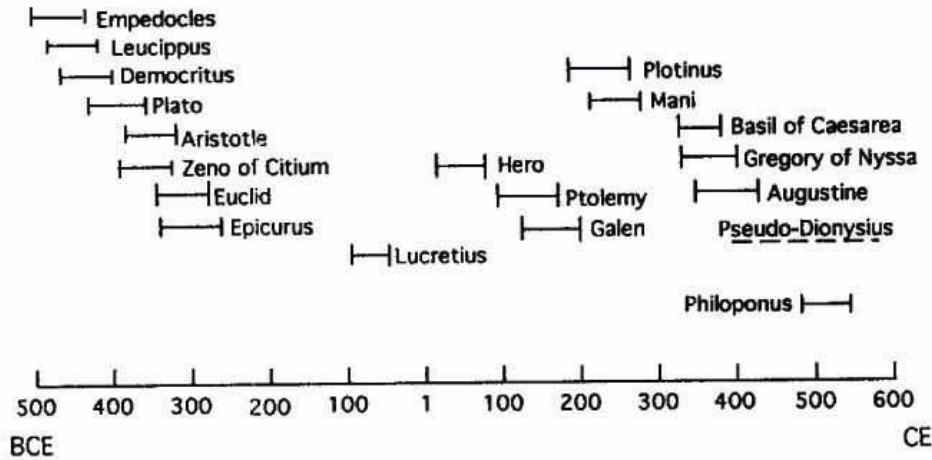
1. By a line of tangents upon a Square ruler & a plu^mmet to know, at one view, whither y^e stile of a diall bee true & thereby to erect a stile.

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

Light in Antiquity

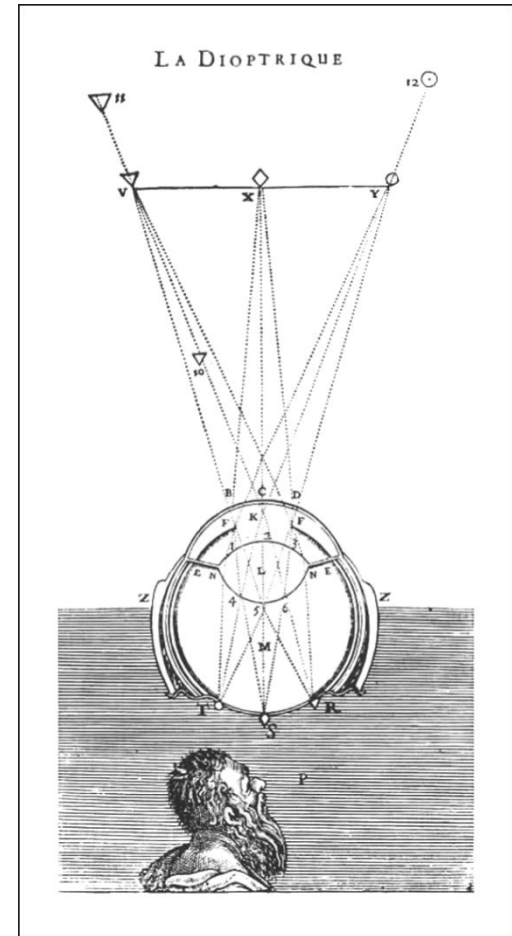
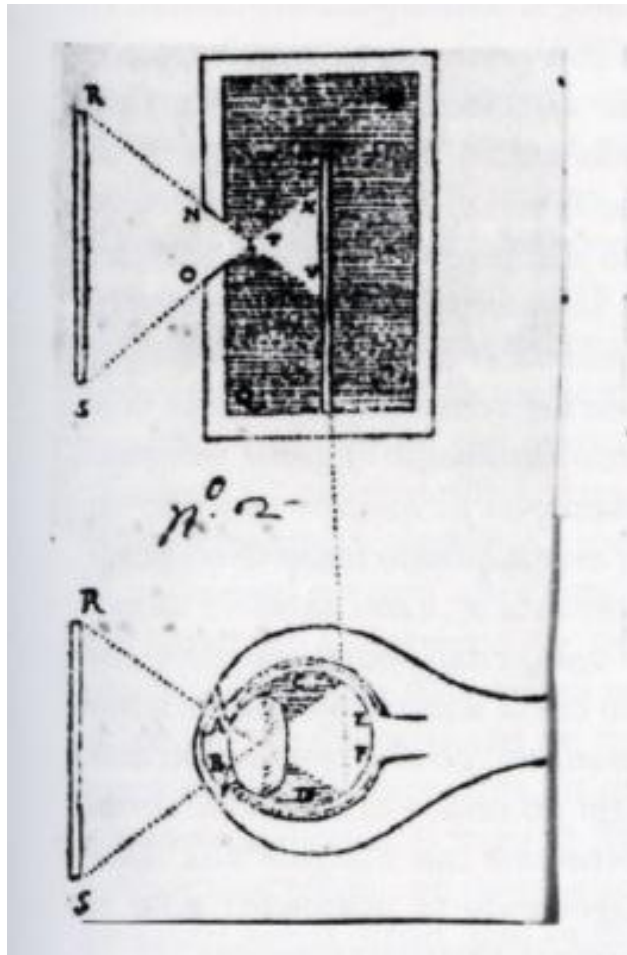


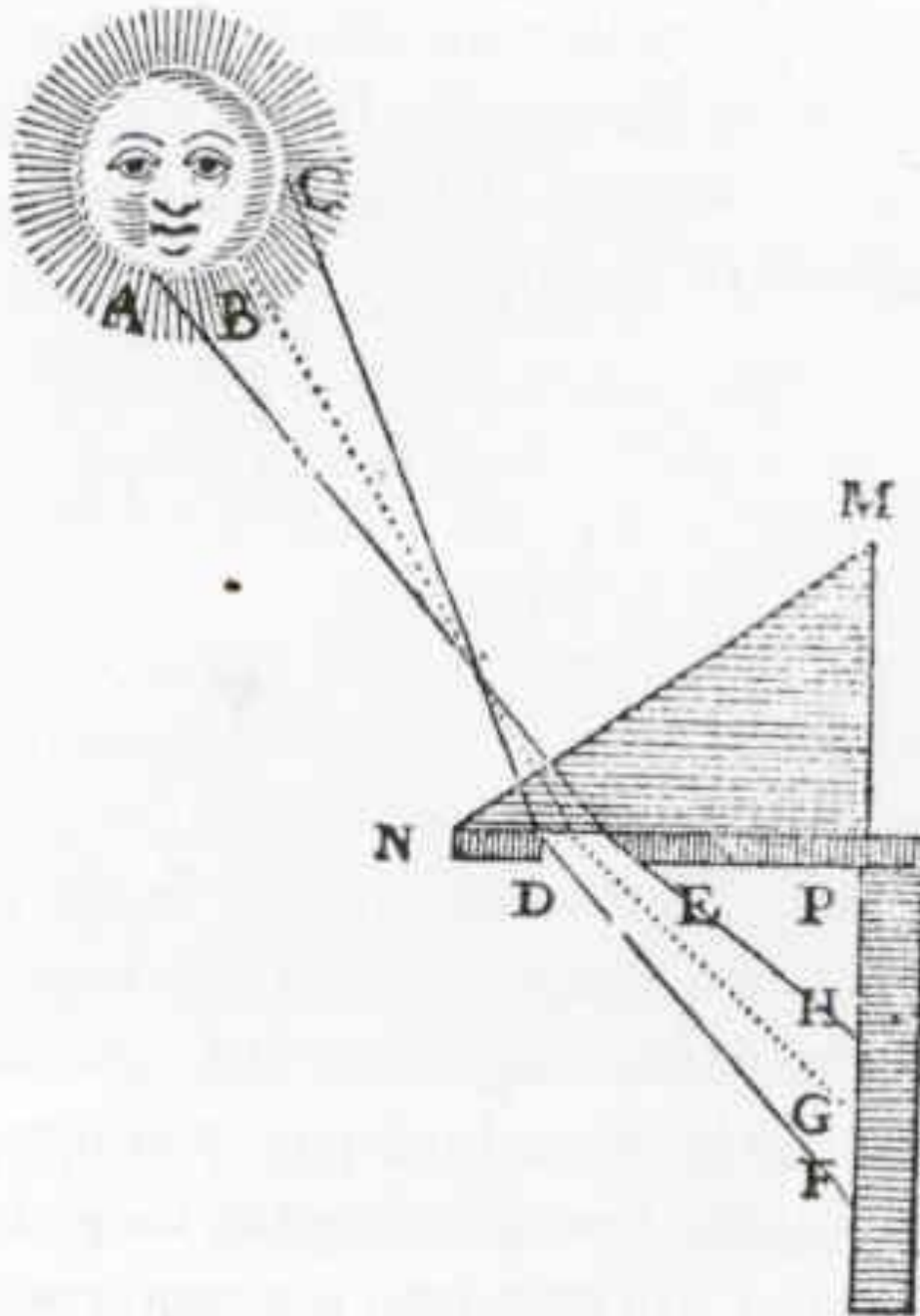
2.1.1 Látósugár és geometriai optika

- 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 fénysugár széleinél
- Két főszín: kék és vörös

2.2 Katoptrika - töréstan

- Fénytörés „szabályai” korán feltártak
- Első elmítés: Platón *Timaiosz*
- 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 (gyújtótükrök)?
 - Komoly szerep szórakoztatásban, vallási praktikákban (Istennő képének 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 (elveszett, későn 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)*



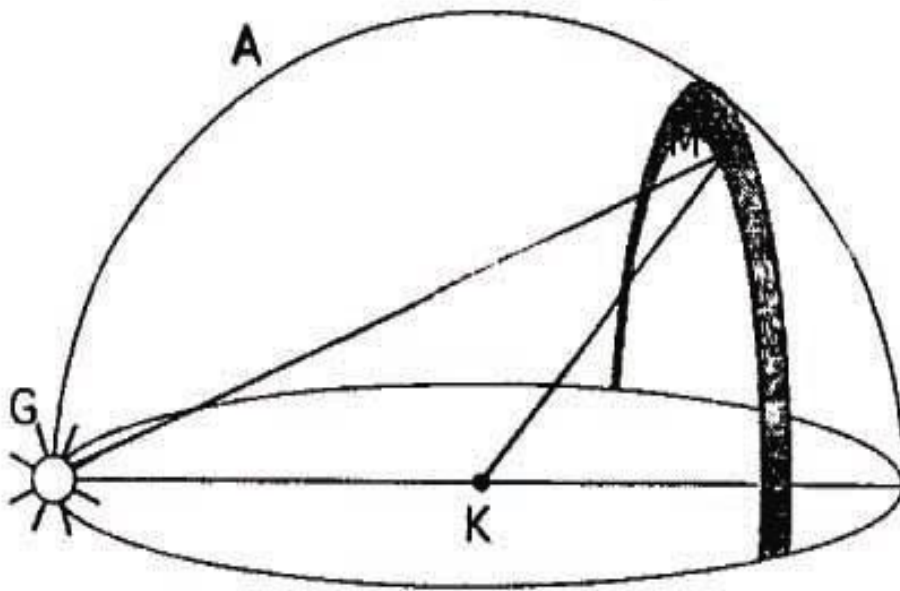
- Változások a dioptrikában a 17. századig
 - szinusz-törvény – kétezer éves probléma megoldása
 - Thomas Harriot, 1601 előtt,
 - a holland Willibrord Snel 1621-ben
 - vagy a Hollandiában élő francia René Descartes 1637-ben
 - teljes tükröződés – a két közegre jellemző szögnél kisebb szög esetén nincs ki/belépő sugár
 - aberráció gömbi (szférikus) lencséknél – ma ez az ún. szférikus aberráció
 - „törésmutatók”

2.4 Kromatika

számos területet érint

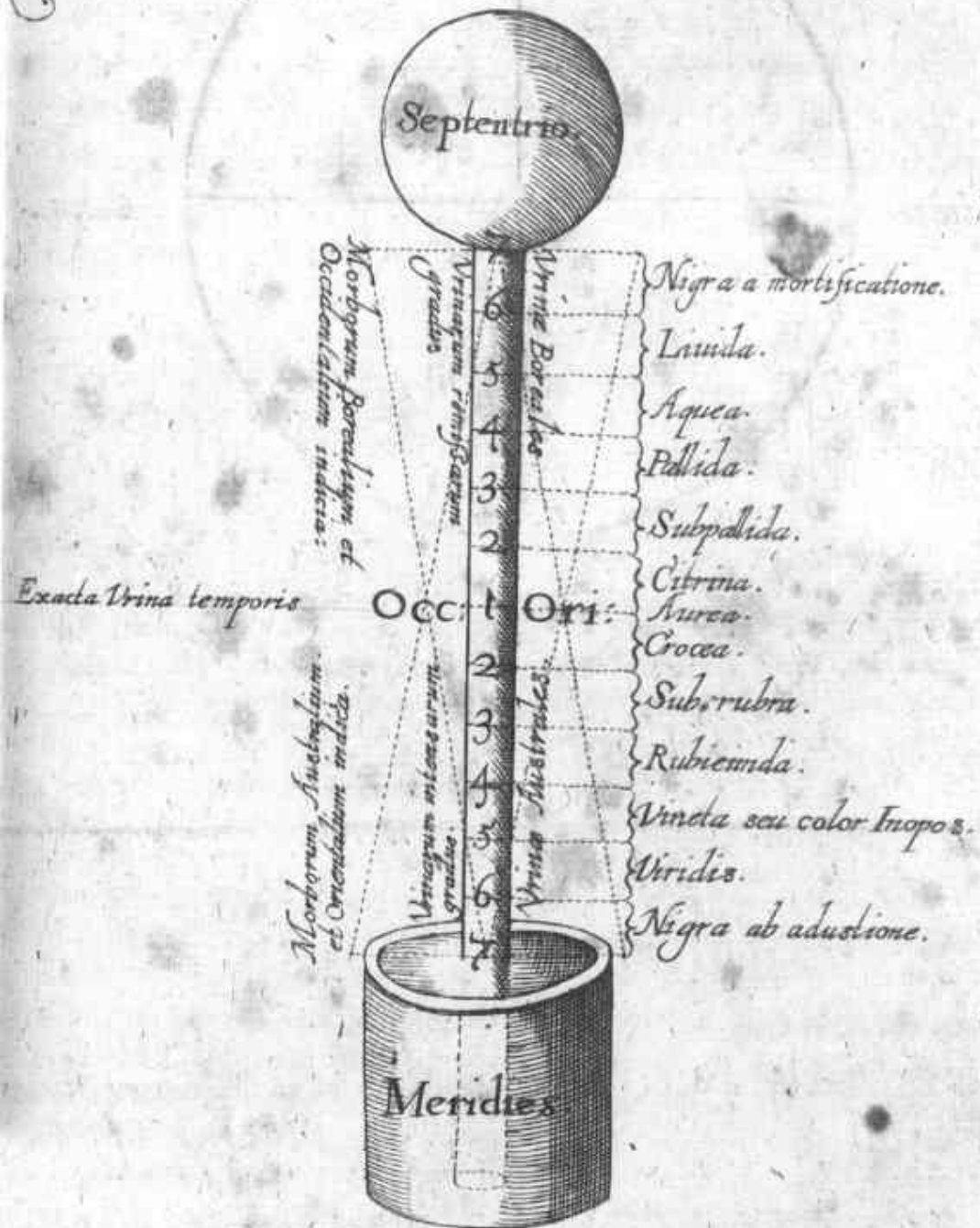
- festészet (pigmentkeverés) – textil/fal/stb.
 - **chrôma**, atos, to, (chrônnumi) *bőr*, elsősorban az emberi bőr – felületi tulajdonság
- „látszólagos” színek
 - természetfilozófiai vitákban fontos meteorológiai jelenségek „színdiagnosztika” – testváladék és egyéb színskálák
- Mivel az ókorban a fénytörés 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.

Urinarum cum Borealium tum Australium scala.

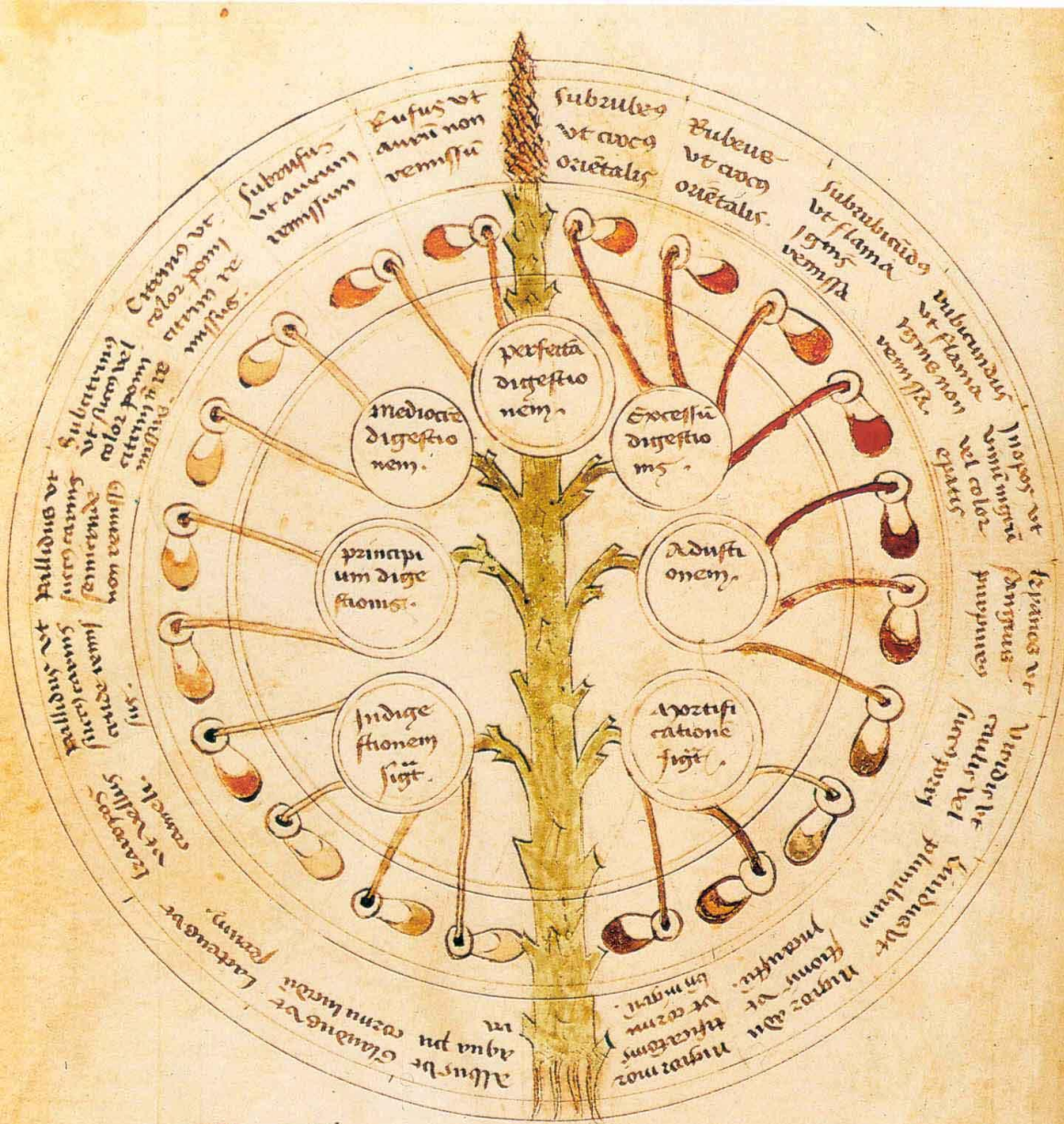


2. Színskálák

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

Uroszkópia

15. sz.
húgyszínskála



Quod coloribus urine sunt quatuor sicut in hanc ratione
primum deinde rufus postea citrinus per ignem qui tin
ture urae assimilatur. Et sic quidem est vehementer citrinus
urae assimilatur capillis salsam. Et iste est quem vocant

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 quædam Philosophicæ*", 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
 - kiküszöbölhetők-e a színjelenségek?
 - a minta – Descartes és Hooke

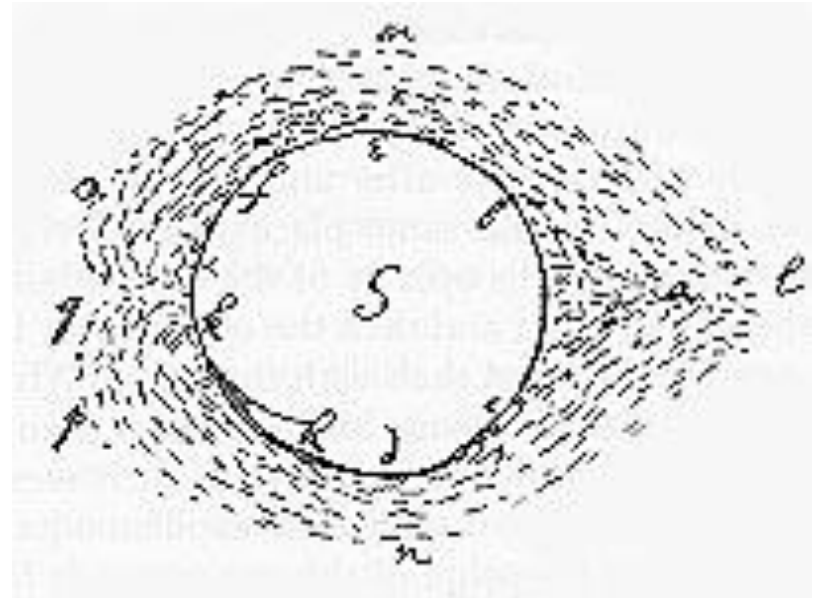
Newton korai munkái és olvasmányai

- 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 (szivárvány, 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

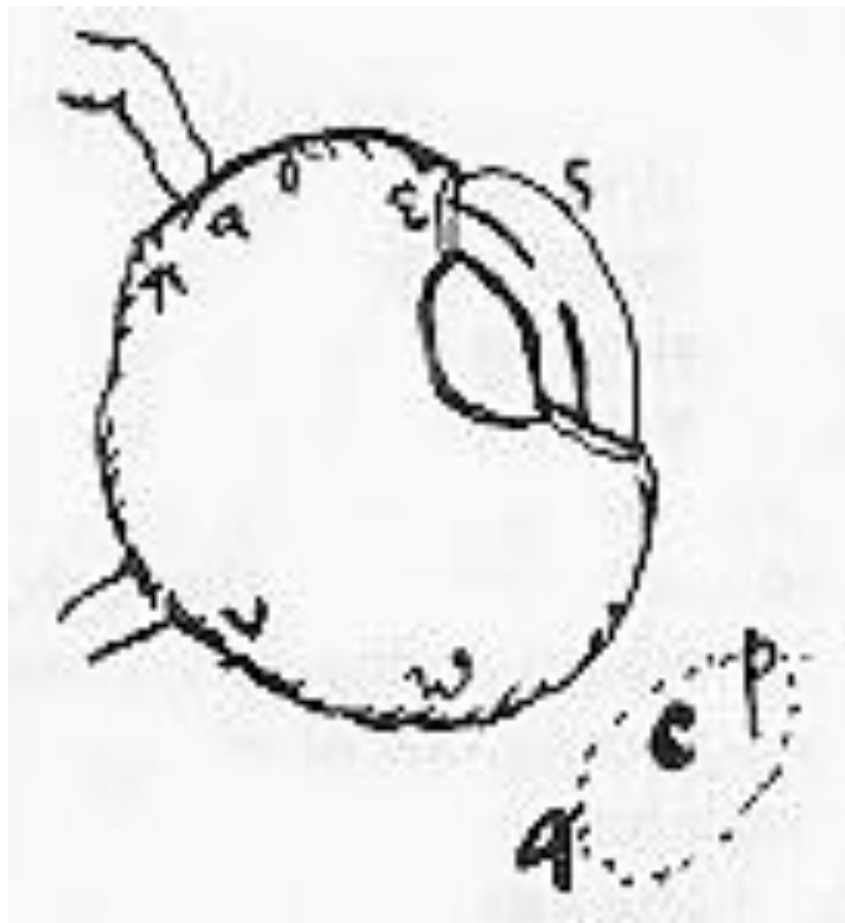
- ez egy korai jegyzetfüzet ábrája egy haladó fény(!)részecskéről (*species visible*)
- a színeket okozhatja
 - részecske forgása
 - sebességkülönbsége
 - tömegkülönbsége



3.3 Fiziológiai kísérletek

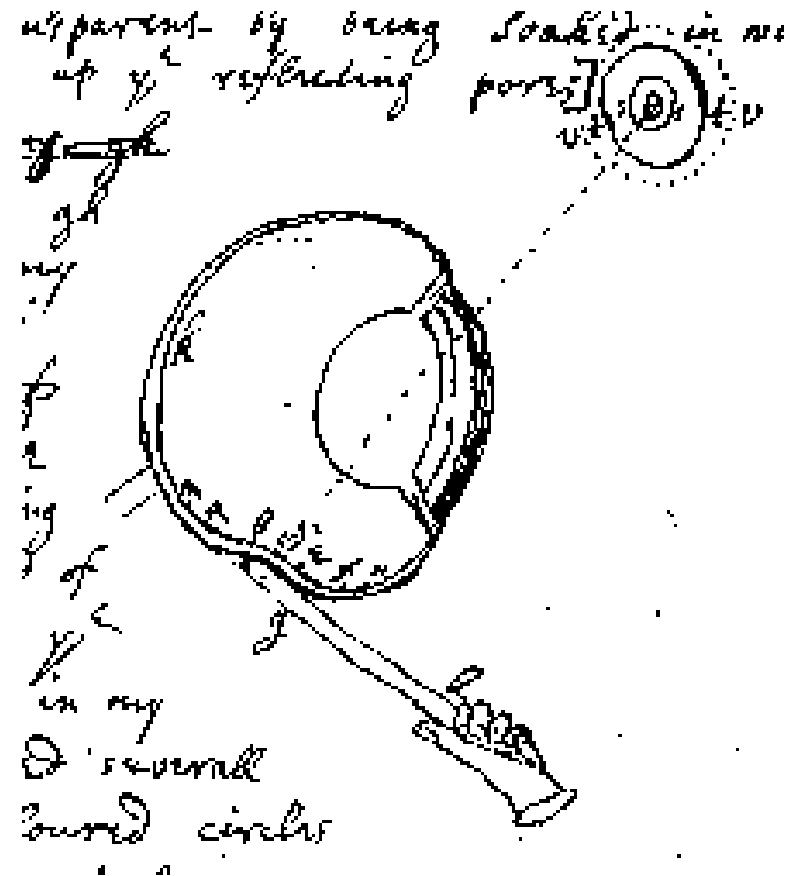
- “Miután a Napba néztem, minden világos színű test vörösnek tűnt és minden sötét test kéknek. Miután a szememben megnyugodott (motion of the spirits in my eye were almost decayed) és a testek természetes színeit láttam, becsuktam szemem és magam elé képzeltem a látott Napot. Kék folt jelent meg, amely 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.”

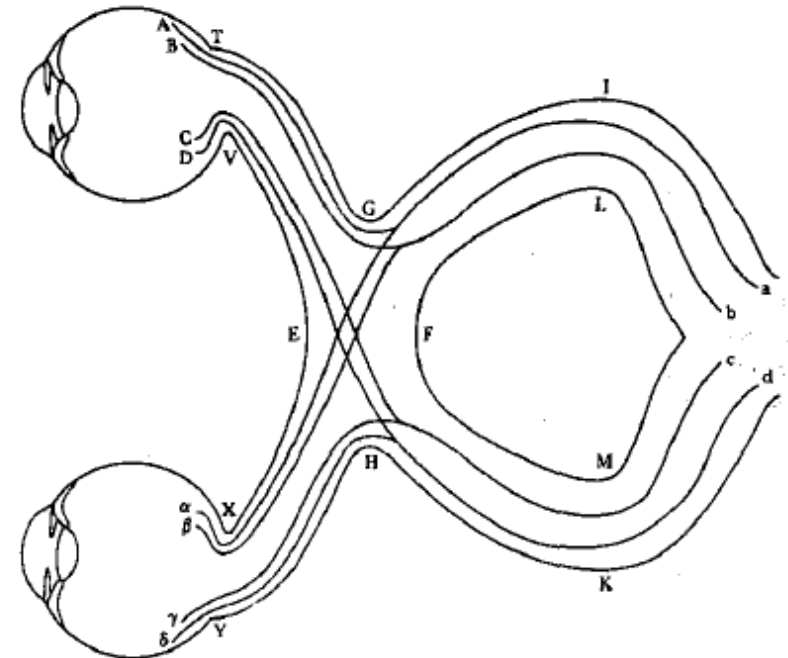
- a fiziológiai kísérletek „nyomás”-információkat szolgáltatnak



Boncolás is?

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

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



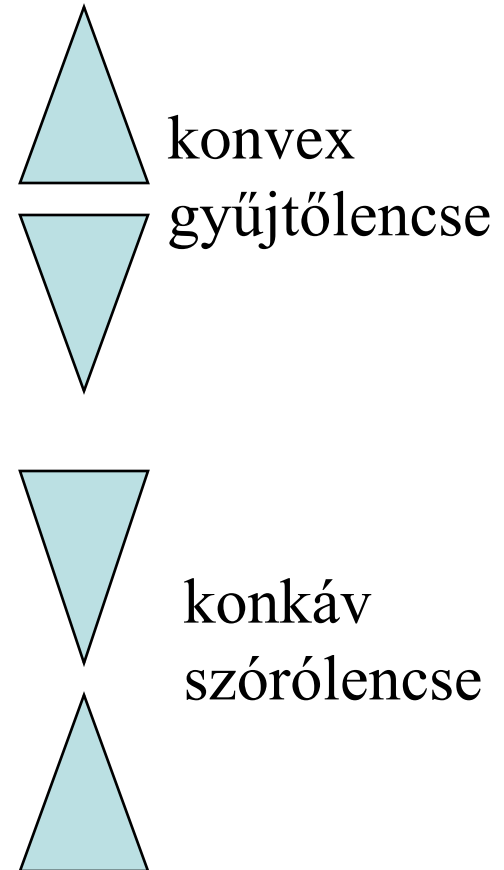
¹⁴ This section of Add. 3975 was published by Sir David Brewster as No. VII of his Appendix to Volume I of *Memoirs of the Life, Writings, and Discoveries of Sir Isaac Newton* (Edinburgh, 1855). Brewster apparently never saw the manuscript of Add. 3975 and reproduces a version published by Joseph Harris in his *Treatise of Optics* (London, 1775).

3.4 Prizmakísérletek

- a prizmák 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 prizmaszínek – a „határon” születnek



A színelmélet fejlődése

- Mi történik a részecskékkel, 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 mozgatják 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

