

Ant.

C.

149.

ÉRTEKEZÉSEK

MÉSZETTUDOMÁNYI OSZTÁLY KÖRÉBŐL.

KIADJA A MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA.

AZ OSZTÁLY RENDELETÉBŐL

SZERKEZTI

GREGUSS GYULA

LEVELEZŐ TAG.



J.k. ✓ IV. SZÁM.

KÉT ÚJ

SZEMMÉRÉSZETI MÓD.

10 ÁBRÁVAL.

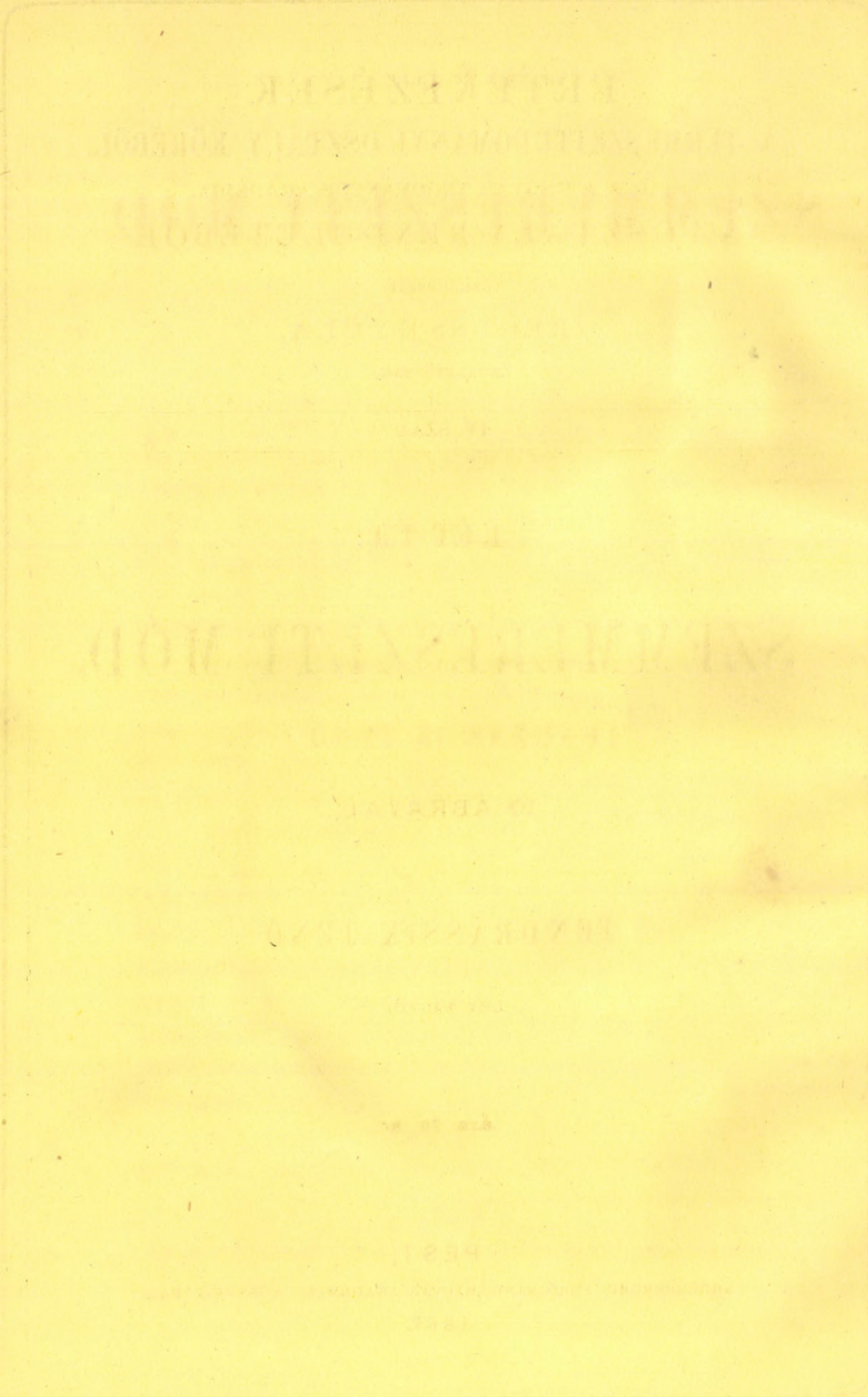
JENDRÁSSIK JENŐ

LEV. TAGTÓL.



EGGENBERGER FERDINÁND MAGYAR AKADÉMIAI KÖNYVÁRUSNÁL.

1867.



KÉT ÚJ

SZEMMÉRÉSZETI MÓD.

(10 ÁBRÁVAL.)



JENDRASSIK JENŐ

LEV. TAGTÓL.

PEST,
EGGENBERGER FERDINÁND MAGY. AKAD. KÖNYVÁRUSNÁL.
1867.



SZEK
DUPLUM

KÉT ÚJ SZEMMÉRÉSZETI MÓD.

JENDRÁSSIK JENŐ

L. TAGTÓL.

(Olvastatott az 1866. júl. 2-kai ülésben.)

Tekintetes Akadémia!

Elfogúlva lépek e díszes helyre; mert midőn hálás köszönetemet fejezem ki azon nagyrabecsült megtiszteltetésért, melyben engemet a tekintetes Akadémia levelező tagjául megválasztva, részesíteni méltóztatott, egyszersmind kegyes elnézésért is kell esedeznem a miatt, hogy munkásságom jelét oly későre mutatom be. De mélyen érzem, hogy nem érdemek vívták ki megválasztásomat, hanem oly bizalomnak köszönhetem azt, melylyel a tekintetes Akadémia, midőn engem arra méltatni kegyes volt, eddigi szerény kísérleteimben tanúsított igyekezetemet kívánta nagyobb feladatra buzdítani; épen azért ily nagy becsü bizalomnak csak oly munka által véltem csekély erőmhöz képest némileg megfelelni, mely ha egyéb érdemmel talán nem is bírna, legalább az őszinte törekvésnek adhassa tanujelét.

Nem egyedül tőlem függő körülmények okozták azt, hogy munkába vett több rendbeli vizsgálataim közül az egyiket is csak most végezhettem be legalább azon pontig, melyen az a közlésre alkalmas. Ennél is, jóllehet az eszme már évek előtt megfogalmazott, valósításában mégis hosszas fennakadást szenvedtem azon gépészek által, kiknek segédkezeit felkértem volt egy készüléknek előállításánál, melyre a jelen értekezésem tárgyát képező méréseknél szükségem volt.

Ezen mérések vonatkoznak a szem forgás- és mellső csomópontjának meghatározására élőkön.

Élettani és szemészeti tekintetben érdeklél és fontossággal bír, a szem optikai viszonyaira lényeges befolyásu té-

nyezőknek nemcsak általánosan közép értékeit ismerni, hanem ezen értékeket egyes esetekben élőkön is közvetlen mérés által meghatározni. Nevezetesen nagyobb figyelembe vette az újabb szemészet a szemteke forgáspontjának fekvését és annak viszonyát a szemtengely hosszához, úgyszintén az optikai tengely és a látvonal közti szöghez. S bizonyára nem kevésbé kívánatos az irányvonalak kereszteződésének helyét, — a csomópontnak fekvését — ismerni, és pedig nemcsak úgy, mint eddig, az általános adatok nyomán szerkesztett mintaszemre nézve, hanem közvetlen mérés alapján élő szemben.

Az e célból eddig megkísérlett eljárások azonban alig mondhatók teljesen kielégítőknél, a mennyiben az azok által elérhető pontosság igen is kétséges volt, majd az eljárás hiányossága, majd bonyolódott volta miatt.

Azért némi figyelembe vételre számolhat talán oly eljárás, mely ama feladatok megoldásában az eddiginél kielégítőbb pontosságot ígér, s melynek ismertetése képezi jelen értekezésem tárgyát.

De mielőtt új eljárásom taglalatába bocsátkoznám, nem lesz talán felesleges, ha előbb az érintett célra eddig alkalmazott eljárások felett rövid szemlét tartok.

1. Történelmi szemle.

Mielőtt még *Gauss* és *Bessel* vizsgálatai folytán az optikai műszerek elmélete teljesebben kifejtve és nevezetesen oly esetekre is kiterjesztve lett volna, hol, mint a szemben, a fénytörő felületek egymástól való távolsága az egész fénytörő rendszer gyújtásvonalához képest jelentékeny s azért nem is hagyható ki a számításból, mint pl. a távcsövek tárgyüvegeinél — mindaddig a bűvárok is nézeteikben a szem csomópontjainak (Knotenpunkte) fekvése felől igen ingadoztak és egymástól lényegesen eltértek.

Nevezetesen azon pontot keresve a szemben, a melyen áthaladva, szintűgy, mint az üveglencsék optikai központján át, a fényugarak törést nem szenvednek, mely tehát az egygyé olvadva képzelt két csomópontnak fogna megfelelni — a bűvárok e pontot összetévesztették a célvonalok — *Visir* linien — azaz azon vonalok kereszteződése pontjával, a me-

lyekben különböző távolságu tárgyak pontjai egymást a látásban elfedik. Így e kétféle pontot azonosoknak tekintve, *Munke* ¹⁾ azt a szemlencse közepébe, *Bartels* ²⁾ pedig a porczhártya központjába helyezi. Sőt *Volkmann* ³⁾ nemcsak összevetészté kísérleteinél a reczekép egyes pontjaitól a tárgy megfelelő pontjai felé vezetett s általa irány-sugaraknak — (Richtungs-Strahlen) később irányvonalaknak (Richtungs-Linien) — elnevezett vonalak kereszteződési pontját a célvonalak kereszteződésével, hanem épen ezen első rendbeli kísérletei alapján azon pontot a szemforgás pontjával is egybe esőnek nyilvánítá. Ugyanis 6 hüvelyknyi távolban a szemtől célba vett két hajszál felé tekintve a szemhez közelebb és akképen beállított két dioptrán át, hogy mindkét hajszál egy időben a megfelelő dioptra nyílásában meglátszott, azon hajszálak akkor sem tűntek el a dioptra nyílásából, midőn a szem megváltoztatván irányát, változtatva majd az egyik, majd a másik cél felé volt fordítva. S ezen elvre volt alapítva azon eszköz is, melynek segítségével *Volkmann* ama pontnak távolát a porczhártya felületétől megismerni törekedett, oly módon, hogy a célul szolgáló s függélyesen kifeszített hajszálak egyikének alsó rögpontja mint központ körül a megfelelő dioptra forgatható és szögmérővel ellátva levén, azon szögnek értékét mutatta, melyet az e forgatható dioptra nyílásán át a forgási tengelyt képező hajszál felé vezetett egyenes vonal, meg magát a két hajszálat összekötő vonal közbe fogott. Feltéve, hogy az eszköz beállításánál fogva, azon vonal, melynek irányában a két hajszál rögpontja feködt, merőleges volt a rögzített dioptrának megfelelő hajszála felé irányzott látvonalra, akkor e két egymásra függélyes vonal egy derékszögü háromszögnek befogó oldalait képezte, melynek szögei, valamint a hajszálak kölcsönös távolsága által képezett egyik oldala ismertetvén, kiszámítható volt a másik oldalnak megfelelő távolság is, melyben az egyenes irányban célba vett hajszáltól a szemnek azon pontja fek-

¹⁾ Gehlers Physik. Wörterbuch. Leipzig. 1828. IV. kötet 1434. l.

²⁾ Beiträge zur Physiologie d. Gesichtsinnes. Berlin. 1834.

³⁾ Neue Beiträge zur Physiologie d. Gesichtsinnes. Leipzig. 1836.

szik, hol a látvonal, az oldalirányban szemlélt másik hajszál és ennek dioptrája közti vonalnak folytatásával kereszteződik. Ezen távolság értékéből még levonván a porczhártya csúcának távolságát az egyenes irányban szemlélt hajszáltól, melynek kimérését a látvonal irányában fektetett és egészen a porczhártyáig közelíthető mérték segítségével egy a vizsgálat alá vetett szemtől oldalt álló segéd hajt végre, kitűnt a keresett pontnak távolsága magától a porczhártya felületétől.

Eltekintve attól, hogy az eszköz pontos beállítására nézve a kellő ellenörködés hiányzott, hogy továbbá a porczhártya csúcának távolsága a hajszál-czélról csak igen tökéletlenül volt megmérhető, valaminthogy még a legkedvezőbb esetben is az e mérésnél szükséges szögnek felismerése tovább mint három szögpercnyi pontosságig nem terjed, minélfogva a keresett távolság is a szemnek azon kérdéses pontja, meg a hajszál-czél közt egy fél vonalnyi érték határai közt ingadozhatnak, s így tehát ezen méréseknél a hibáknak elég tág határ volt engedve: már az eljárás maga sem alkalmazható a szem csomópontjának meghatározására. Ily módon ugyanis — a pontosság már méltányolt határai közt -- vagy csak a célvonalak kereszteződési pontja határozható meg, — feltéve, hogy a vizsgálat alá vont szem, változatlanul megtartva irányát az egyik hajszál felé, képes a másik hajszálat is oldalirányban szemlélni, — vagy pedig a szem forgáspontja ismerhető meg azon másik esetben, midőn a szem váltogatva majd az egyik, majd pedig a másik hajszálat veszi célba egyenes irányban. S minthogy épen erre a szem már önkéntelenül is hajlandó, könnyen megesik, hogy valaki, úgy, mint valószínűleg *Volkman* is ezen első rendbeli kísérleteinél, a szem forgáspontját a célvonalak kereszteződési pontjával egybeesőnek vélje.

De hogy a célvonalak kereszteződése nem azonos az irányvonalak kereszteződési pontjával, kimutatták már *Mile* ¹⁾ *Knochenhauer*, ²⁾ *Stamm* ³⁾ és *Burov* ⁴⁾. Ez utóbbi csekély mó-

¹⁾ Poggendorf Annal. XLII. 37—71. 235—263.

²⁾ Ugyanott XLVI. 248—258.

³⁾ Ugyanott LVII. 346—382.

⁴⁾ Beiträge zur Physiologie u. Physik d. menschlichen Auges. Berlin. 1841.

dosítással *Volkman*n eljárását követte a forgáspont meghatározásánál, a csomópontot pedig következőképen vélte felismerhetni :

A szem egy az éles látás határán innen álló türe tekint két likkal ellátott lapon át, úgy hogy azon tűt kettős képből szemléli, melyeket az irányvonalak hosszában az ürben kifelé vet. Ezen irányvonalak kereszteződési helye valahol a recze előtt azon pont, melynek távolsága a porczhártyától kerestetik. Ez meghatározható *Burow* szerint, ha ama tű a szemtől oly távolban áll, hogy kettős képe széleivel épen érintkezni látszik; mert akkor *Burow* állítása szerint, a két tükép hegye közti tér egyenlő a tű vastagságával, és ha ez, valamint a tünek távolsága a porczhártyától ismeretes, s ha azonkívül még tudva van szélessége és a szemtől való távolsága egy túl a tűn oly távolban a szemtől felállított üveglapnak, hogy ama kettős tükép e lapnak széleivel is összeesni látszik, akkor ezen adatokból könnyen kiszámítható a csúcsokkal és egyik befogó oldalukkal összeeső két derékszögű háromszög közös oldalának azon része is, mely az irányvonalak kereszteződése távolának a porczhártyától megfelel. Ebbeli észleletei alapján állítja *Burow*, hogy az irányvonalak kereszteződési pontja sohasem található a szemteke belsejében, hanem mindig a szem előtt, még pedig annál messzebbre a porczhártyától, mentől távolabb a szemtengelytől fekvő pontjait a reczének találja a kép, úgy hogy azon kereszteződési pontnak távola a porczhártya mellső felületétől, számos mérésekből vont középértékben ugyan $1,5''$ -t tett, de a már említett körülmények közt, vastagabb tű alkalmazásánál $8,8''$ -ra is emelkedhetett.

Fölösleges volna *Burow* eljárását pontossága tekintetéből taglalás alá vonni, minthogy a csomópontnak most már általánosan elismert valódi fekvésétől annyira eltérő eredménye maga is eléggé kitünteti az eljárás hibás voltát, mely *Burow*-nak azon téves felvételéből ered, miszerint a kettős tüképben a tű hegyének megfelelő pontok közti tér egyenlő a tű vastagságával, midőn a tű bizonyos beállításánál ennek kettős képe széleivel egymással épen érintkezik. Ugyanis könnyen belátható, hogy ama feltételes egyenlőség csak akkor állhatna fenn, ha a recze felületére vetődött tüképek nagy-

ságukra nézve is az eredetinek teljesen megfelelhethének. Ilyféle okvetlen egyenlőség azonban a szemlélt tárgy és kettős recze képeinek nagysága közt, midőn ezek széleikkel érintkeznek, nem létezik; mert a képek lehetnek ekkor is nagyobbak vagy kisebbek a tárgynál, a mint pl. az 1-ső ábra mutatja, melyen a tü átmérőjének megfelelő vonal $a b c$ pontjaitól, $L L$ lemez $o o$ likjain át a szembe — melynek főponti síkját $F F$ vonal képviseli — beeső sugarak $a_1 b_1 c_1$ pontokban egyesülnek, azonban már előbb $R R$ recze által felfogtatván, azon a széleikkel épen érintkező $\alpha\beta\gamma$ és $\alpha, \beta_1, \gamma_1$ kettős képet tüntetik elő. Már pedig ez utóbbiak nagysága felülmúlja a tárgyéét, s így tehát a tü b hegyének felelkező β és β_1 képpontok közti tér is nagyobb, mint a tünek $a b c$ valódi átmérője; egyszersmind az irányvonalak cs valódi kereszteződési pontjához ama $\beta\beta_1$ köz közelebb esvén, mint az utóbbi abc tüátmérő, ennélfogva a β és β_1 képpontoktól cs csomóponton át vezetett irányvonalak sem érinthetik a tárgy a és c pontjait, hanem oldalt elhaladva érik a szemtől távolabb felállított $\bar{u} \bar{u}$ üveglapnak széleit. Így történt tehát, hogy midőn *Burou* számításaiban azon helytelen felvétellel élt, miszerint β és β_1 képpontoktól az üveglap $\bar{u} \bar{u}$ szélső pontjai felé vezetett irányvonalak a szemlélt tárgy a és c pontja mellett haladnak el, akkor szükségképen a keresett csomópontot is $\bar{u}a$ és $\bar{u}c$, mint a képzelt irányvonalak n kereszteződési pontjában, tehát a valódi csomóponton jóval előbbre esőnek találta, s könnyen értelmezhető az is, hogy e pont a szemtől annál távolabb mutatkozott, mentül távolabb állott egymástól β és β_1 képpont a reczén, mire úgy a lemez likjai, valamint a tárgy, a lemez és a szem közti távolság befolyással volt. Ezek szerint tehát *Burou*-nak eljárása czélhoz nem vezethetett.

Miután *Volkmann* téves nézete a csomó- és forgás-pontnak azonossága felől a fent nevezett bűvárok által megczáfoltatott, e bűvár újból más módon élő szemem törekedett az irányvonalak kereszteződési pontjának fekvését meghatározni. ¹⁾ Szőke egyének átlátszó inhartáján a jól kifelé irányzott szemtekének belső zugában sikerül a gyertyaláng

¹⁾ R. Wagner. Handwörterbuch d. Physiologie. Art. Sehen.

recze-képét áttüntetni, midőn ez a látvonaltól kifelé $80 - 85^\circ$ alatt van felállítva. *Volkman*n méréseinél ily egyén szeme lebegett porczhártya csúcsával közvetlenül a 82° -t befoglaló szögmérőnek kiálló csúcsa felett, akképen, hogy míg ennek rövidebb oldala a láttengely irányában feküdt, addig hosszabb oldalán megfelelő távolban a gyertyaláng volt felállítva. Ekkor körzővel megmérvén az inhártyán előtűnő fénykép távolságát a szemrekesznek szélétől, valamint a rekesz haránt átmérőjét, ezután pedig papíron lerajzolván mind a szemteke vízszintes átmetszetét *Krause* mérései által nyert adatokkal megfelelő nagyságban, mind szintén ama szögmérőt is előbbi beállítására szerint, és kijelölvén ezen a gyertyalángnak s megfelelő képének állását a reczén a felismert viszony szerint: az e két pontot összekötő vonalnak kereszteződési helyéből a láttengelynek megfelelő vonal hosszában *Volkman*n felismerhetőnek vélte az irányvonalak kereszteződésének keresett pontját. Őt egyén szemén végbevitt ilyféle mérések alapján, *Volkman*n a csomópontot közép értékben 8,93 mm. távolra helyezi a porczhártya mögé.

Hogy azonban e módszer sem kielégítő, azt ismét már az általa nyert eredmény is tanúsítja. Ennek alapját ugyanis csak kis részben képezik a közvetlen, még pedig nagyon is kevésbé biztos mérés által nyert értékek, a mérés lényegesen kiegészítő részét épen azon adatok szolgáltatván, miket *Krause* az emberi szem alkatára nézve hulla-szemeken tett mérések alapján közép értékben följegyzett. Miután pedig *Listing* számítása szerint a porczhártya hajlatának sugárhossza közép értékben 8 mm-re terjed, míg *Volkman*n szerint a csomópont a porczhártya csúcsától 8,93 mm.-nyire fekszik, következnek, hogy ez utóbbi a porczhártya görbületi központján túl van helyezve, jóllehet az szükségképen ezen pont elé helyezendő. *Helmholtz* ¹⁾ azért *Volkman*n-nak ezen eltérő eredményét részint abból származtatja, hogy *Volkman*n a szemtengely és a látvonal közti eltérést akkor még nem ismerte, részint pedig abból is, mert kísérleteinél a fénysugarak igen nagy beesési szög alatt érik a szem törő felületeit, míg a fő-

¹⁾ G. Karsten. Allg. Encyklopädie der Physik. Physiol. Optik. L. 85.



és csomópontokra vonatkozó szabályok szorosan csak a közel függélyesen beeső sugarak törésére illenek. Mindkét körülmény tehát *Volkmann* kísérleteinél a csomópontot távolabb a porczhártyától tünteti fel, mintsem való.

Tudtommal ezek az eddigi kísérletek, a csomópontok fekvésének élőkön való meghatározására. S miután biztos eredményhez nem vezettek, e pontok fekvésére nézve nem bírnak más adatokkal, mint a melyek eddig a szem sarkpontjaira nézve — Cardinalpunkte — nyertek. Tudva van, hogy e sarkpontok kiszámíthatók, ha a porczhártya két gyútvólát, valamint a lencsét is, azonkívül pedig a főpontok — (Hauptpunkte) — fekvését ismerjük. Azon adatok közül, melyek az épen említett értékek felismerhetésére szükségesek, — közvetlen mérés által pontosan meghatározható a porczhártya görbülete a *Helmholtz*-féle ophthalmometer segítségével; de már a szemvíz törő képességét csak a szemén kívül lehet meghatározni, noha úgy látszik, hogy e nedv sem gyors elváltozást nem szenved a halál után, sem jelentékeny egyéni különbséget nem mutat. A lencse mellső és hátsó felületének távolságát egymástól és a porczhártyától szintén lehetséges *Helmholtz* útmutatása szerint élőkön felismerni, noha itt is a számításban bizonyos kiigazítások szükségeltetnek, melyek ismét csak közép értékek alapján történhetnek. A lencse gyútvólái és főpontjainak távolsága a mellső és hátsó felületétől, a lencse különböző törési képességű számos rétege miatt, alakjából és egyes rétegeinek törési tulajdonából nem lévén meghatározható, mindezt a szemből kivett lencsén, úgy mint *Helmholtz* tevé, közvetlenül szükséges meghatározni.

Így tehát, valamint általában a sarkpontoknak, úgy ezek közül a csomópontoknak fekvésére nézve is csak általános, a középértékekre vonatkozó adatokkal bírnak; ellenben sem az e részben létező egyéni különbséget nem ismerjük, sem a csomópontoknak kikerülhetlen helyváltozását, midőn a szem különböző láttávhoz alkalmazkodik. Ennek ismerete pedig nem fogna kisebb érdekekkel bírni, mint a szem forgáspontjának helyismerete, melyet újabb időben jelesen *Donders* méltatott nagyobb figyelemre, egyszersmind kimutatni törekedvén annak szoros viszonyát a szem optikai tu-

lajdonságaival. S meg nem nyugodva a forgáspont fekvésének felismerésére czélzó eddigi kísérletekben, maga és *Doijer* újabb eljárás szerint igyekeztek e pontot meghatározni. ¹⁾

Első ízben *Donders* a forgáspontot felismerhetni reménylette valamely porczhártiai tükörkép tovahaladásának megmérése által a szem forgatásakor. Ha ugyanis előbb a Helmholtz-féle ophthalmometerrel megmértetett a porczhártya közepének megfelelő görbületi sugárhossz, azután pedig a forgáspont távolsága ezen görbület központjától, úgy tudva volt a forgáspontnak fekvése is. Ama központ és forgáspont közti távolság pedig felismerhetőnek látszott az által, hogy a porczhártya tengelye irányában visszaverődött tükörkép helyváltozást nem fogna szenvedni, ha a szem forgáspontja összeesnék a porczhártya körhajlatának központjával, míg ellenben az előre látható ellenkező esetben, ha t. i. a forgáspont a görbületi központ mögött fekszik, a szem forgásakor ezzel egy irányban ama tükörkép is szükségképen tova mozduland, még pedig úgy, hogy ezen eltolódás egyenlő azon forgási szög kebelével, melyet a szem forgáspontjától a görbületi központig vezetett sugár e forgáskor bejár. Ha tehát a szem forgása ismert szög alatt történt, mialatt a tükörkép tovahaladása is megmértetett, ebből kiszámítható volt a forgás és görbületi központ közti távolságnak megfelelő sugár hossza is. Az által, hogy a szem ugyanazon vízszintes síkban fekvő két czél felé váltogatva tekintett, a forgási szög volt tudva. Közvetlenül azon nyilat előtt pedig, melybe rögzített fejjel a szem helyeződött, hajszál lévén függélyesen úgy kifeszítve, hogy az a vizsgáló álláspontjából a porczhártyaabeli tükörképpel látszott összeesni, midőn a vizsgált szem az első czél felé tekintett, attól pedig eltért, midőn a szem a másik czélra volt szegezve: ezen egymástól való eltérés az ophthalmometerrel akképen volt meghatározható, hogy a kettős tükörképek egymástól addig távolítottak el, míg a hajszál második képe a porczhártya tükörképek elsejével össze nem találkozott. A fejnek csekély mozgásai ezen mérésnél nem lehetvén befolyással, midőn így a szem váltogatva majd az egyik, majd a másik

¹⁾ Archiv. f. d. holländ. Beiträge z. Natur u. Heilk. III. köt. 3. füz.

ezélpont gyanánt szolgáló gyertyaláng felé lön irányozva, ezen mérés teljesen kielégítő pontosságot ígért. Minthogy azonban a porczhártya nem gömbhajlatu, hanem inkább kerülék idomu, melynek excentricitása vízszintes átmérőjén, egyes esetekben legalább elég jelentékeny, hogy magára a tükörkép fekvésére oly befolyással lehessen, melynél fogva a forgáspont fekvésének kiszámításánál 2, sőt 3, 6 mm-re terjedő különbséget okozhat, — másfelől pedig a porczhártya kerülék-hajlatának meghatározása igen hosszadalmas, azért *Donders* kénytelen volt ezen eljárástól elállani.

Ugyancsak a kerülék-hajlatu porczhártya excentricitásának számba nem vétele miatt a *Junge* módja szerint nyert adatok sem lehetnek *Donders* saját megjegyzése szerint kielégítők. *Junge* pétervári tanár kísérleteit *Helmholtz* laboratoriumában hajtotta végre, s eredményöket orosz nyelven közölte. A német fordítás kézírata után *Donders* értekezésében *Junge* módszerét is felemlíti, mely szintűgy, mint *Donders* eljárása, a porczhártyai tükörképnek a szem forgásakor tova tolódásán alapszik, azon különbséggel, hogy a gyertyaláng mindkét szembeli tükörképének kölcsönös távolsága méretik az ophthalmometerrel — egyszer a látvonalak párhuzamos, másodsor pedig ugyanazok összehajló irányánál, miután előbb közbeiktatott hatodló — sextans — segítségével a két tükörkép egymáshoz közelítettett.

Miután *Donders* első eljárása a mondott okból meg nem felelt, ő és *D. Doijer* más módot alkalmaztak a forgáspont meghatározására, melynél a porczhártya kerülék-idoma tekintetbe vételt nem igényel. Ez azon szög meghatározásán alapszik, mely alatt a szemtekének egyik s másik oldal felé egyenlő kiterjedésben forognia kell, hogy a porczhártyának előbb kimért vízszintes átmérője először egyik, azután pedig másik végével a térben fekvő ugyanazon egy ponttal összeessék. A porczhártya vízszintes átmérője az ophthalmometerrel méretik, mely felett függélyesen lámpaláng van helyezve, úgy hogy ennek tükörképe a porczhártyán meglátható; ez utóbbinak kellő megvilágítására a porczhártya közelébe állított, de az ophthalmometer felé elfedett lámpafény szolgál. A szem elé önkényleges sugárhossznak megfelelő, de köz-

pontjával a szem forgáspontjába eső vízszintes fokív van felállítva, melyen az ide s tova tolható — elsőleges — czél oly helyen rögzítetik, hogy a feléje irányzott szemnél, az ophthalmometer felett helyezett lámpalángnak tükörképe épen a porczhártya közepén tűnik fel. Ekkor pedig ezen tükörkép az ophthalmometerrel kettéválasztatik úgy, hogy e képek mindegyike épen érinteni látszik a szintén kettős képben megjelenő, de egymást félig elfedő porczhártyának oldalszéleit. Így az ophthalmometeren leolvasott fokszámból felismerhető a porczhártya egyik szélétől a másikig vont húrnak egész és tehát fele hossza is; szintúgy kitűnik ekkor az előleges czél állásából a fokíven azon szög, melyet a látvonal a porczhártya tengelyével képez, feltéve, hogy ez utóbbi épen a porczhártya közepét éri. Hogy továbbá meghatározassék azon fokív, melyet a porczhártya leír, midőn az űrben saját haránt átmérője hosszát bejárja, a megvizsgálandó szem elé gyűrű függesztetik fel, benne függélyesen kifeszített finom hajszállal, és megméretik a szög, melyben lehetőleg rögzített fejtartással és kiindulva azon állásból, melynél a porczhártya tengelye az ophthalmometer keresztjére volt irányozva, a szem megforgott, mialatt a porczhártyának először egyik, azután pedig másik széle a hajszállal egy irányban összeesett. Az így megismert fokok száma kimutatja a szöveget, mely alatt ekkor a szem saját forgáspontja körül forgott. Így tehát megméretvén a porczhártya vízszintes átmérőjének hossza, és azon szög, melynél ama hossz kiterjedésében a szem megforgott, *Donders* szerint meghatározható a forgáspont fekvése is. A 2-ik ábra szerint ugyanis, mely a szem vízszintes átmetszetét mutatja, ha ga a porczhártya — szem — tengelye, melyel l' látvonal k csomópontban keresztesződik, x a szemtengelyben fekvő forgáspont, yy pedig a porczhártya átmérője, melynek felező pontja u -ba esik; tudva levén az előbbi mérések folytán yu -nak hossza, úgyszintén xy szög, s így tehát ennek fele is yxu szög, kiszámítható xu hossz, mely egyenlő $yu \cotang. yxu$; ehhez adva még a porczhártya szelvényének ua magasságát, tudva lesz ax , azaz x forgáspontnak helye a porczhártya mögött.

Sok esetben, jelesen rövidlátó szemeknél, a szem moz-

gékonyasága korlátozottabb volt, hogysesem a porczhártya a szükségelt tért bejárhatta volna. Ilyenkor a szem elé gyűrűlőn alkalmazva, melyben két huzal, többnyire 3, 02 mm. távolban egymástól és párhuzamos irányban egymással volt kifeszítve; a célpontok pedig akképen állíttatának be, hogy váltogatva az egyik huzal a porczhártya belső, azután a másik huzal amannak külső szélével esett egybe. Levonatván a porczhártya már meghatározott átmérőjéből a huzalok kölcsönös távolsága, a végbement forgásnak szögértéke is tudva lett.

Vegyük most ezen eljárást taglalás alá. Egyebeket nem említve, csak két körülményt akarok kiemelni, melyek egyike miatt a forgáspontnak távolsága a porczhártyától nem ismerhető fel tökéletesen, másika miatt pedig az eljárás már magában is hibás.

Ugyanis *Donders* és *Doijer* a forgáspont távolságát csakis a porczhártya szélein át fektetett egyenes átmérőjétől határozhatták meg, és az ettől a porczhártya csúcsáig terjedő távolságot kénytelenek azon középértékkel pótolni, mely eddig a porczhártya szelvénye magasságára nézve az emberi szemnél általánosan 2, 6 mm.-re vétetik fel, mely azonban különböző egyéneknél változhatik.

De fontosabb ennél azon felvételük, hogy a forgáspont a szem tengelyében fekszik. Lássuk azért, helyes-e ezen felvétel, s mi fogna lenni következménye a látásra nézve.

Tegyünk kísérletet, minő már a bűvárok részéről ismételve megtétetett. Legyenek, miként a 3-ik ábrában H_1 H_2 H_3 H_4 H_5 pontok jelölik, a hajszálak függélyesen kifeszítve, pl. oly módon, hogy a felső végével megrögzített hajszál szabad alsó végén megfelelő nehéz súlyt hord, és legyenek szintűgy h_1 h_2 h_3 h_4 h_5 pontokban más hajszálak akképen beállítva, hogy midőn azok o pont felől távcsővel célba vétetnek, H_1 hajszálat h_1 hajszál s így tovább H_2 -t h_2 , H_3 -t h_3 stb. elfedje. Legyen továbbá f a szem forgáspontja, melyről *Donders* és *Doijer* szerint feltesszük, hogy az a szem tengelyében fekszik. Midőn tehát a szem látvonala H_1 h_1 irányban áll, akkor vele bizonyos szög alatt c csomópontban tcf szemtengely kereszteződik. Rögzített fejtartással forgattassék most a szem úgy hogy látvonala H_2 h_2 irányba esve, h_2 hajszál H_2 hajszálat

eltakarja. A szemtengely és látvonal közti szög ugyanaz maradván, a tengely állása ekkor $t_2 c f$ lesz. Ha így a szem f körül tovább forogva H_3 hajszálra irányul, ekkor már $H_3 l c l$ látvonal nem eshetik össze $H_3 h_3 o$ iránynyal, következőleg a szem ezen állásánál H_3 hajszál sincs többé h_3 által eltakarva; s míg a szem első két állásánál a látvonal irányai o pontban kereszteződtek, addig a második és harmadik állásbeli látvonal $k^{2/3}$ pontban találja kereszteződését. Még fel-tünőbb lesz ezen viszony, midőn a szem látvonala H_4 és tovább H_5 hajszálra van beállítva, mert ekkor $H_4 l c l$ és $H_5 l c l$ látvonal még inkább eltér $H_4 h_4 o$ s illetőleg $H_5 h_5 o$ iránytól, melyben H_4, h_4 és H_5, h_5 hajszálak egymást elfedhetik; szintúgy más és más — $k^{3/4}, k^{4/5}$ — pontba esik az egyes állásoknak megfelelő látvonali irányok kereszteződése is. Mindezekből világosan kitűnik, hogy ha a szem forgáspontja valóban annak tengelyében lenne elhelyezve, akkor lehetséges sem volna a szemet rögzített fejjel egyedül forgáspontja körül forgatva, egy közös pontból sugárként kiinduló vonalak irányába beállítani, azaz röviden mondva: *ha a szemnek forgáspontja egyáltalában a látvonalon kívül fekszik, akkor ez utóbbit rögzített fejjel lehetetlen ugyanazon egy, saját folytatásában fekvő pont körül megforgatni.* Minthogy pedig úgy magamon, mint másokon az érintett módon kifeszített hajszálakkal tett kísérleteim épen az ellenkezőt tanusították, t. i. azt, hogy midőn a szem az egy közös pontból kiinduló sugarak irányában függélyesen kifeszített hajszálakra egy másután mozdulatlan fejjel irányoztatik, akkor az egyes sugarak irányában beállított hajszálak mellsőbbike a hátsót teljesen elfedi és elfedve tartja — ezen más bűvárok kísérleti eredményeivel megegyező tapasztalásom folytán állítom, *hogy a szem forgáspontja nem a szem tengelyébe, hanem a látvonalba esik.*

Ezt felismerve, lássuk — a 4. ábra nyomán — ennek következményét *Donders* és *Doijer* eljárására nézve. Miután *Helmholtz* mérései kimutatták, hogy a szemtengely a porczhártya központján vagy legalább ahhoz igen közel vonulát, *Donders* és *Doijer* értelmében fel is vehetjük, hogy $T T$ szemtengely, melynek irányában az ophthalmometer van beállítva,

p_1 p p_{11} porczhártya közepét érve, annak p_1 u p_{11} átmérőjét u pontban épen felezi. J J legyen azon fokív, melynek központja egybeesik a szem f forgáspontjával, és melynek z pontjára van irán yozva a látvonal LL elsöleges állásában, midön a vele cs pontban keresztezödő TT tengely iránya a fokívet q pontban találja. *Donders* a szem x forgáspontját — a 2-ik ábrában — a porczhártyának y u y_1 átmérőjére merőlegesen álló axq tengelybe helyezvén, az x forgásponttól a porczhártya átmérőjének y u és y_1 pontjaihoz húzott vonalak által képezett uxy és uxy_1 szögek is egyenlők; minthogy azonban a valóságban — a 4-ik ábra szerint — f forgáspont a TT tengelyen kívül, LL látvonalba esik, mely nem lehet merőleges a porczhártyának p_1 p_{11} átmérőjére, azért az f ponttól a porczhártya y_1 átmérőnek p_1 u és p_{11} pontjaihoz húzott vonalak közti p_1 f u és p_{11} u f szögek sem lesznek egyenlők. Ebből folyik, hogy a látvonal sem fog elsöleges állásától jobbra és balra a fokíven egyenlő hosszát bejárhatni, midön a szem f körüli forgásakor a porczhártya szélének egyszer p_1 s azután p_{11} pontja kerül a porczhártya p központjának elsöleges helyére, az ophthalmometer irányában a szem elé függesztett gyűrűnek h hajszála mögé. Mert meghosszabbítván a porczhártya széléit érintő fp_1 és fp_{11} vonalakat egészen a fokív q_1 és q_{11} pontjáig, kitűnik, hogy p_1 akkor fog p helyére és tehát q_1 is q helyére eljutni, ha a szemtengely TT elsöleges állásából, qq_1 hosszának megfelelőleg TT_1 állásba és tehát megegyezőleg a látvonal is h pontról L_1 pontig haladt a fokíven. Ellenben hogy p_{11} jusson p helyére, tehát q helyére q_{11} , szükséges, miszerint most a tengely qq_{11} hosszban T -ből T_{11} -be és vele a látvonal h -ből h_{11} -be jusson; már pedig qq_1 és qq_{11} nem lehetvén egyenlő, a látvonal kitérése jobbra és balra elsöleges állásából sem fog egyenlő lehetni, feltéve, hogy e kitérést, miként az ábrában, oly fokíven mérjük, melynek központja a szem forgáspontjával összeesik. S ha mindamellett *Donders* és *Doijernek* sikerült kísérleteiknél — jóllehet, mint magok is bevallják, csak többszöri ismétlés és az elsöleges czélpontnak többszöri ide s tova mozdítása után a fokíven, mialatt a fej is könnyen megmozdúlhatott — azt elérni, hogy a szem egyenlő fokértékű forgásánál, a porczhártya át-

mérőjének végpontjai ama hajszál irányába beállottak, úgy ez a fentebbi kimutatás szerint csak akkor történhetett, ha az alkalmazott fokívnek központja nem esett a szem forgási központjába; úgy mint pl. a 4-ik ábrában is lehet a látvonal állásainak irányában oly három pontot a fokíven kijelölni, a melyek közti zz_1 és zz_{11} távolság egyenlő, de a melyek oly körív hosszában fekszenek, melynek központja a szem forgási központján jóval kívül esik.

Mindezekből kétségen kívül kitűnik, hogy a célpontok állásából a fokíven azon szög fel nem ismerhető, melyet a forgásponttól a porczhártya harántátmérője végpontjaihoz képezetben húzott vonalak befognak. Következéleg az erre alapított számítás is hibás, és az egész eljárás, minden bonyolodottsága daczára még *Volkmann* eljárásának pontosságát sem éri el, hanem éppen tévútra vezet.

Ezen eddigi részint elhibázott, részint legalább ki nem elégítő kísérletek áttekintése után, a mennyiben azok a forgás- és csomópontnak élő szemén meghatározására voltak irányozva, áttérek most azon eljárás fejtegetésére, mely által a célt inkább elérhetőnek vélem.

2. A szem forgáspontjának meghatározása.

Az eljárás, melylyel a szem forgáspontjának távolsága a porczhártyától meghatározható, lényege szerint a következő viszonyokon alapszik, melyeket az 5-dik ábra vízszintes síkban tüntet elő. Ha a szem úgy volna irányozva, hogy látvonala LL vonalba esnék, és egyelőre az eset egyszerűsítése végett felteszszük, hogy ugyanezen vonal hosszában fekszik úgy a pp porczhártya görbületének k központja, valamint a szem forgáspontja f is, akkor az R helyen megvilágított réstől jövő Rt sugár a porczhártya felületének t pontján visszaverődve, ezután tg irányban fog haladni, g -nél pedig az itt lapjával LL vonalhoz párhuzamosan felállított függélyes Ol . T . tükörtől újra g irányba hajtadni; s ha itt megfelelő szög alatt M . T . tükör van felállítva, akkor a pontnál még egyszer visszaverődve, ezen sugár LL látvonal irányában magába a szembe fog eljutni, úgy hogy ez R résznek sa-

ját porczhártjai tükörképét megláthatja. E tükörkép egyszersemind össze fog esni azon finom jelvonallal is, melyekkel úgy az oldalsó *Ol. T.* tükör, valamint a mellső *MT* tükör is *g* s illetőleg *a* helyén el van látva. Ha tehát e tükrök, valamint a megvilágított rész úgy állíttatnak be, hogy a függélyesen álló oldalsó tükör lapjával párhuzamos *LL* irányhoz, egyszersemind a megvilágított *R* rész az oldalsó tükör *g* jelvonallára merőleges *cg* vonal hosszában, e tükörtől oly távolban fekszik, hogy $Rc=cg$, akkor a porczhártjai tükörképnek összeesése a két tükör jelvonalaival, biztos jelül fogna szolgálhatni, hogy maga a szem megfelelőleg akképen van beállítva, hogy $ct=ca$ távolsággal. S ha ezután a szem e helyzetében *f* forgáspontja körül forogva, látvonalával az oldalsó tükör *g* jelvonala felé irányul, úgy a mellső *M. T.* tükörnek *a* jelvonalat csak akkor fogja az oldalsó tükör jelvonalanak irányában azzal egybeesőnek láthatni, midőn a mellső tükör *LL* vonal hosszában tova mozdíttatván, jelvonala *a* elsőleges állásából, *b* másodlagos állásáig eljutott, azaz midőn *ab* távolság, melyben az eltolás történt, egyenlővé lett a forgáspontnak a porczhártjától való *tf* távolságával. A mellső tükör továbbmozdításának egyszerü megmérése által tehát meghatározható volna a szem forgáspontjának távolsága a porczhártjától.

Minthogy azonban a porczhártja görbületi központja szükségképen a porczhártja optikai tengelyében, — a szem forgáspontja pedig, mikép már a bevezetésben kimutatva lön, egész bizonyossággal a szem látvonalában fekszik, maga e két vonal pedig össze nem esik, hanem különféle egyéneknél különböző fokértékű szög alatt metszi egymást: azért a fentebbi eljárásnál egyelőre alapul vett azon felvétel, hogy úgy a szem forgáspontja, valamint a porczhártja görbületi központja is *LL* látvonalban fekszik, nem alapos. Miért is szükséges ezen viszonyok számbavétele mellett a szóban álló eljárásnak hasznavehetőségét megbírálni. Meghagyva azért a 6-ik ábrában is változatlanul *R₁* megvilágított résznek és a tükröknek előbbi állását, a például szolgáló jobb szemnél megkülönböztetjük most az *LL* látvonalat *f* forgáspontjával, és *pp* porczhártjának *Tv* tengely vonalában *k* görbületi köz-

pontját. Megkivántatván, hogy R_1 résznek porczhártyai tükörképe az oldalsó *Ol. T. I.* és a mellső *M. T. I.* tükörktől visszaverődése után, *LL* vonal irányában legyen meglátható: ezen ábra szerkezetéből kitűnik, miszerint e feltétel csak akkor teljesülhet, ha a szem és porczhártyája az ábrában kijelölt módon van beállítva. A résznek porczhártyai tükörképe ugyanis a tükrök adott állásánál csak akkor eshetik össze azok jelvonalaival, ha az R_1 réstől jövő sugár a porczhártya felülete által *tog* irány felé hajtatik, mi csak úgy lehetséges, ha az R_1 -től jövő sugár *pp* porczhártya felületének *t* pontján verődik vissza, ekkor képezhetvén a *k* középponttól *t* tükörző ponthoz húzott *ktm* beesési függély az R_1 *t* beeső és a *tog* visszaverődött sugárral egyenlő szöget.

Miből tovább következik, hogy a porczhártya *t* tükörző pontja *LcL* vonaltól s ennek *o* pontjától is oldalt és hátrább esvén, most a porczhártyának *c* ponttól való távolsága sem egyenlő többé ezen pont meg a mellső tükörnek *a* jelvonala közti távolsággal. Következésképpen azon távolság is, melyben a mellső tükör kifelé tolandó, hogy az *f* forgáspontja körül az oldalsó tükörnek *g* jelvonala felé fordított szemre nézve a mellső tükörnek *a* jelvonala *fg* vonal irányába — mely az ábrában nincsen kijelölve — essék, s mely távolnak hossza szükségképpen *of* értékű leendő, különbözni fog a szem forgáspontja meg a porczhártya között a látvonal hosszában létező valódi távolságtól, mely *fr*-nek felel meg, kisebb, mint a mérés által nyerhető *of* érték.

A helyett azonban, hogy az e viszonyokból keletkező hiba nagyságának meghatározásába már most bele boesátkoznánk, vegyük azonnal taglalás alá azon esetet, midőn az oldalsó tükör és a vele szemközt álló megvilágított rész, megtartva úgy egymástól, valamint a mellső tükörtől távolságukat, helyökben egymást egyszerüen felváltják, úgy hogy most a tükör bal, a rész pedig jobb oldalon foglal helyet. Ábránkat a — jobb — szemnek változatlanul hagyott előbbi állásához alkalmazva, s azt ismét oly módon szerkesztve, hogy a jobb oldalon R_2 -nél álló résznek porczhártyai tükörképe, miután a baloldalon beállított *Ol. T. II.* tükörtől és tovább a most balra irányuló mellső *M. T. II.* tükörtől is visszaverő-

dött, e szemnek LI látvonala irányában a szembe eljuthason, azonnal feltűnik, hogy most a szem és a tükrök közti távolság megváltozott, a mennyiben úgy a $g_1 c_1 R_{11}$ vonal, — melynek hosszában a rés meg az oldalsó tükörnek jelvonala fekszik — a szemhez most közelebb áll, mint előbb a hasonnemű $g c R_1$ vonal, valamint a mellső tükör is, mely j . v. jelvonalával cc_1 -vel egyenlő hosszban a állásából jelen a_1 állásáig közeledett. Ugyanis, ha $c_1 g_1$ távolság egyenlő maradt az előbbi cg távolsággal, úgy szintén $c_1 a_1 = c a$ -val, akkor az a_1 -ban álló mellső $M. T. II.$ tükörnek is ugyanazon szög alatt kell most balra irányulnia, mint volt előbbi a állásánál jobbra irányulva, hogy most is a g_1 -nél álló oldalsó tükörnek jelvonalától $g_1 a_1$ irányban a mellső tükörrre eső sugár, ettől $a_1 L c L$ irányban visszahajtsassék. De magától az oldalsó tükörtől $g_1 a_1$ irányban csak oly sugár verődik vissza, melynek beesési iránya $g_1 t o_1$. E vonal pedig a porczhártyát ugyanazon t ponton érinti, mely az előbbi esetben is a tükröző pontot képezte, s tehát az e ponthoz húzott ktm beesési függély is azonos az előbbi esetbelivel. Hogy pedig t ponttól $g_1 t$ irányban, tehát mtg_1 szög alatt történhessék a visszaverődés, szükséges, miszerint $R_2 t$ sugárnak is ugyanaz legyen a beesési szöge és az e sugárt kibocsátó R_2 rész valahol tx vonal hosszában legyen felállítva. De a fentebbiek szerint ugyanezen résnek állása $g_1 c_1 R_2$ vonal hosszában R_2 -nél már is ki lévén szabva, következik, hogy ezen második esetben is a porczhártyának t pontján a tükrözés csak azon feltétel alatt fog megtörténhetni, ha tx vonal $g_1 c_1$ vonalat épen R_2 pontnál metszi, vagy más szóval: ha az R_2 -nél felállított réstől t ponthoz húzott vonal a feltételezett tx vonallal egybeeső, tehát ha $\sphericalangle g_1 tm = \sphericalangle mtR_2$, vagy miután az előbbi esetben a szerkezet szerint volt: $\sphericalangle R_1 tm = \sphericalangle mtg$ — ha ez utóbbi szögeknek az előbbiekből való levonása után támadt szögmaradék is egyenlő, azaz ha $\sphericalangle g_1 tR_1 = \sphericalangle gtR_2$.

E feltétel maga azonban csak egy bizonyos esetben teljesülhet. Ezen eset felismerése végett húzzuk t ponttól merőlegesen $g_1 c_1 R_2$ és tehát $g c R_1$ -re is a tn segédvonalat s nevezzük:

$R_1 t n$ szöget : φ_1 -nek

$g_1 t n_1$ „ φ_{11} „

$n t g$ „ ψ_1 „

$n_1 t R_2$ „ ψ_{11} „

lesz tehát a megkívántatott feltétel, hogy

$$\varphi_{11} - \varphi_1 = \psi_{11} - \psi_1$$

s következőleg

$$\text{tang. } (\varphi_2 - \varphi_1) = \text{tang. } (\psi_{11} - \psi_1) \dots 1)$$

legyen. Következő helyettesítés után pedig

$$R_1 n = g_1 n_1 = a$$

$$R_2 n_1 = g n = b$$

$$n n_1 = c$$

$$t n_1 = d$$

$$\text{lesz : tang. } \varphi_1 = \frac{a}{c + d}$$

$$\text{tang. } \varphi_{11} = \frac{a}{d} = \frac{b}{c + d}$$

$$\text{tang. } \psi_1 = \frac{b}{c + d} = \frac{a}{d}$$

$$\text{tang. } \psi_{11} = \frac{b}{d}$$

Ezen értékek beigtatása által az 1) egyenletről a következő származtatható : $a b = d (c + d)$, miből kitünik, hogy a kérdéses esetben

$$\frac{a}{c + d} = \frac{d}{b}$$

ez pedig adott a és b értéknél ismét feltételezi, hogy d legyen $= a$ -val azaz : $t n_1 = g_1 n_1 = R_1 n$.

S minthogy a szerkesztés szerint $g_1 t$ párhuzamos $R_1 o$ -val, következőleg : $\angle g_1 t n_1 = \angle R_1 o c = \angle g o c$; azért is szükséges, hogy $R_1 o c$ és $g o c$, valamint az ezekkel egyenlő $g_1 a_1 c_1$ és $g a c$ derékszögű háromszögekben az oldalszárak egymással egyenlők legyenek.

Ez tehát azon feltétel, mely alatt egyedül lehetséges, hogy — megtartva az oldalsó tükör és a megvilágított rés közti távolságot, valamint ezektől a mellső tükör távolságát is mindkét esetben, midőn a rés meg az oldalsó tükör állá-

sukban egymást felelserélik, — a tükrözés a porczhártyának egyazon pontján történhessék.

Ezen legegyszerűbb esetet tehát tovább taglalva, kitűnik, hogy a porczhártyától a baloldalon álló oldalsó tükör felé elhajlott $g_1 t$ sugár, hátrafelé meghosszabbítva LL vonalat o_1 -nál fogja metszeni, s midőn a szem f forgáspontja körül forogva, *Ol. T. II.* tükör $j. v.$ jelvonala felé irányúl, hogy ezzel a mellső *M. T. II.* tükörnek jelvonalát egybeesve láthassa, szükséges lesz azon tükröt a_1 állásából $o_1 f$ -nek megfelelő hosszban kilebb tolni. Ez esetben e szerint a forgáspont látszólagos távolsága a porczhártyától kisebb lesz a valódinál, míg az első esetben az oldaltükörnek jobb oldali állásánál a látszólagos távolság a valódinál nagyobb volt; mindkét esetbeli látszólagos távolság közti különbség pedig $= oo_1$, melynek $o_1 q$ fele értékéhez a forgáspont meg a porczhártya közti látszólagos távolságnak kisebb $- f o_1 -$ értéke adatván, lesz :

$$fq = \frac{o f - o_1 f}{2} + o_1 f = \frac{o f + o_1 f}{2} \dots\dots 2)$$

mely értékben nagyon is meg lesz közelítve a forgáspont valódi $f r$ távolsága a porczhártyának r pontjától.

Egyelőre mellőzhetjük is ama két érték között előforduló $q r$ különbségnek meghatározását, minthogy az ábra kimutatása szerint, helyette a t tükröző porczhártyapont és az f forgáspont közti $t f$ távolságot egész pontossággal meg lehet határozni. Mert tudva lévén az előbbieknél nyomán $f q$, másfelől a taglalás alá vett esetben a tükröknek oly állás levén adva, melynél $c g = c a$, következőleg $\angle c a g = \angle c o g = \angle t o q = 45^\circ$, tehát $o q = t q$, s így ez is ösmertetvén, a derékszögű $t q f$ háromszögnek keresett $t f$ átfogója is kiszámítható.

Ki lön mutatva előbb, hogy az oldalsó tükör és a megvilágított rés egymással felváltásának két esetében a porczhártya tükröző pontja csak azon feltétel alatt marad ugyanaz, ha a két tükör és a rés egymáshoz oly helyviszonyban van, melynél $c g = a c$. Ezen feltétel ugyan maga is teljesíthető, később felderítendő oknál fogva azonban már egyelőre is kívánatos legalább megközelítőleg ismerni azon határt, melyben a tükrök más viszony szerinti beállításánál a tükrö-

zés helye a porczhártyán változhatik, midőn arra, a rés állása szerint, a fény majd jobbról, majd balról esik. Azért felkeressük most legalább egy példában t tükrözőpontnak viszonyait LL látvonalhoz, kijelölve azt $o q$ vagy $o_1 q$ és $t q$ összerendezők értékeiben.

Legyen $T. v. T. v.$ a porczhártya optikai tengelye, mely LL látvonalat cs -nél, mint a közös csomópontnál γ szög alatt metszi; húzzunk erre merőlegesen a porczhártya görbületének k központján át $k i$ segédvonalat, s ez utóbbira t tükrözőponttól $t u$ függélyt: $k t$ pedig képezze a beesési függélyt, mely, a porczhártyát egyelőre gömbalakunak véve, egyszersmind annak ρ görbületi sugarát fogná képezni. Álljon tovább:

$$\begin{aligned} < k t u &= \delta \\ t q &= N \\ k c s &= \pi \end{aligned}$$

lesz e szerint:

$$N = u i = k i - k u = \pi \cdot \sin. \gamma - \rho \cdot \sin. \delta \dots 3)$$

Következőleg ha N_1 a baloldaltól $\frac{1}{2}$ beeső fény esetére vonatkoznék, N_2 pedig a fénynek jobb oldalról beesésére, szintúgy δ_1 az első, δ_2 pedig az utóbbi esetre, lesz a jobb szemre nézve:

$$\begin{aligned} N_1 - N_2 &= (\pi \cdot \sin. \gamma - \rho \cdot \sin. \delta_1) - (\pi \cdot \sin. \gamma - \rho \cdot \sin. \delta_2) \\ &= \rho (\sin. \delta_2 - \sin. \delta_1) \dots 4) \end{aligned}$$

Ezen egyenlethez szükséges δ szögnek értékét ismerni.

E szög egyszersmind egyenlő a tm beesési függély és a t ponttól merőlegesen $R_1 c g$ vonalra húzott tn vonal közti szöggel; s közte egy felől és másfelől az ez utóbbi vonal által a beeső és visszavert fénysugárral képezett $R_1 t n$ és $n t g$ szögek közt egyik esetben, és $R_2 t n_1$ meg $n_1 t g_1$ szögek közt a másik esetben azon viszony áll fenn, hogy úgy mint előbb:

$$\begin{aligned} < R_1 t n &\text{ helyett } \varphi_1\text{-t} \\ < n t g &\text{ „ } \psi_1\text{-t} \\ < n_1 t g_1 &\text{ „ } \varphi_{11}\text{-t} \\ < R_2 t n_1 &\text{ „ } \psi_{11}\text{-t} \end{aligned}$$

alkalmazva, lesz: egyik esetben

$$\left. \begin{aligned} \text{tang. } 2 \delta_1 &= \text{tang. } (\psi_1 - \varphi_1) \\ \text{másik esetben} & \\ \text{tang. } 2 \delta_{11} &= (\psi_{11} - \varphi_{11}) \end{aligned} \right\} \dots 5$$

Álljon tovább $Rc = cg$ helyében A
 $ca = co$ „ B
 s mint előbb tq „ N
 oq helyébe pedig írjuk értékét : $N_1 \frac{B}{A}$ az egyik és $N_2 \frac{B}{A}$
 a másik esetben, szintűgy $tang. \psi$ és $tang. \varphi$ helyett megfelelő
 értékeiket, melyek lesznek :

a jobb szemnél, ha bal felől esik a fény :

$$tang. \psi_1 = \frac{A}{B} \text{ és}$$

$$tang. \varphi_1 = \frac{A(A - N_1)}{B(A + N_1)}$$

ugyanazon szemnél jobb oldalról beeső fénynél pedig :

$$tang. \psi_{11} = \frac{A(A + N_2)}{B(A - N_2)} \text{ és}$$

$$tang. \varphi_{11} = \frac{A}{B} ,$$

és viszont megfordítva a bal szemnél ; akkor ily helyettesítés
 által az 5) alatti egyenletek átváltoztathatók a következőre :

$$2 \cotang. 2 \delta = \frac{A^2 + B^2 - A^2 - B^2}{NB} + \frac{A^2 - B^2}{AB} \dots 6)$$

mely egyenletben a \mp jel közül a $(-)$ vonatkozik a jobb
 szemnél a bal felől, a $(+)$ pedig a jobb felől beeső fény ese-
 tére, s megfordítva a bal szemre nézve ; más szóval, a $(+)$
 jel vonatkozik az optikai szemtengely oldala felől, a $(-)$ jel
 pedig a látvonalnak ori oldala felől beeső fény esetére.

Noha ezen egyenletek megoldása azon esetre nézve
 nem teljes, ha, mint most, maga az N , melyben a fentebbi 3)
 alatti egyenlet szerint δ szög szintén befoglaltatik, ismeret-
 len, lehetséges mindazáltal azon egyenlet nyomán is δ szög-
 nek keresett értékét, a jelen eset szükségéhez képest, teljesen
 kielégítő pontossággal megkapni.

S így $N_1 - N_2$ értéknek s tehát az innen a t tükröző
 porczhártyapont helyére nézve keletkezhető hibának lehetsé-
 ges határait meghatározandó, felkerestem előbb a 6) alatti
 egyenlet nyomán δ_1 és δ_{11} szögnek kölcsönös viszonyát,

A -nak értékét 60 mm-re

B -nek „ 80 „ téve,

és az N -nek egyenletében előforduló π és ϱ -nak oly értékeket adva, melyek *Listing* és *Helmholtz* szerint a szem középleges értékeinek felelnek meg, sőt γ szögnek még ennél is nagyobbabot szabva, felvettem hogy

$$\begin{aligned} \angle \gamma &= 7^\circ \\ \varrho &= 8 \text{ min.} \\ \pi &= 1 \text{ " } ; \end{aligned}$$

s a számadás azt mutatja, hogy midőn a jobb szemnél a fény balról lövell:

$$\angle \delta_1 > 0^\circ 3,148 \text{ min.}$$

midőn pedig ugyanazon szemnél, A és B egyazon értékével jobb oldalról esik be a fény

$$\angle \delta_{11} < 0^\circ 3,152 \text{ min.}$$

s tehát:

$$\sin. \angle \delta_1 > 0,0009157532$$

$$\sin. \angle \delta_{11} < 0,0009169168,$$

miből következik, hogy

$$N - N_2 = \varrho (\sin. \delta_{11} - \sin. \delta_1) < 0,0000093088 \text{ mm.}$$

A mi pedig a t pontnak fekvésére vonatkozó oq hosszának értékét illeti, ezt M -nek nevezve, lesz

$$M = N \frac{B}{A},$$

így pedig a két esetbeli különbség

$$M_1 - M_2 = \frac{B}{A} (N_1 - N_2)$$

lévén, a fentebbi számítás szerint lesz ez is

$$M_1 - M_2 < 0,00001141 \text{ mm.}$$

Ezen értékek elenyésző kicsinységénél fogva következik, hogy $\frac{M_1 + M_2}{2} = \frac{00_1}{2}$ is számbavehetlen hiba nélkül

M_1 vagy M_2 -et egyenlőnek tekinthető, s továbbá hogy azon hiba is, mely a szemnek taglalt viszonyai által feltételezve, a forgáspont és a porczhártyának a látvonaltól érintett pontja közti távolságra nézve a keresett eljárásnál keletkezhetik, szintén elenyésző, hogy tehát az eljárás elméleti alapja teljesen kielégítő még a tükrök oly viszonylagos beállításánál is, melynél a tükröző porczhártyai pont nem lehet szoros értelemben azonos az oldalak felől beeső fénynek mindkét esetében.

δ szögnek felismert csekélységénél fogva szabad lesz felvenni, hogy $\angle \gamma = \angle L c s e = \angle t k e$, ezt pedig előbbi 7° értékére, és a porczhártya görbületi sugárhosszát 8 mm-re téve, kiszámítható a tükröző pontnak $t e$ távolsága a porczhártya felületének optikai központjától, s miután ezen érték még a felvett kedvezőtlen viszonyok közt sem ér el 1 mm-t, ennél fogva eljárásunk alapossága lényegében semmiképen nem szenved még azon körülmény folytán sem, hogy a porczhártya görbülete a gömbfelülettől eltér.

Másfelől az eljárásunknál felismerendő $o o_1$ hossz növekszik magával az eltérést okozó γ szöggel oly arányban, hogy értéke alább leírandó eszközünk által még megmérhető. Így a fentebbi példában ezen érték

$$o o_1 = M_1 + M_2 = \frac{B}{A} (N_1 + N_2)$$

egyenlet szerint már túlhalad 0,3 mm-t.

Az eddig taglalt eljárásnál a megvilágított R_1 vagy R_2 rés az oldalsó tükrő felületét jelvonalaiban érintő merőlegesnek irányában volt felállítva, úgy hogy általában $R c$ és $c g$ ugyan egyenlő volt, de $c a$ hosszról különbözhetett. A résnek ily beállítása azonban szintén nem elkerülhetlen kellék, hanem szabad azt $R_1 o$ vagy $R_2 o_1$ vonal ¹⁾ irányában távolabb is a szemtől felállítani. Mert vizsgáljuk meg ezen módosításnak következményét, még pedig taglaljuk azonnal az itt lehetséges határ-estet, mely az volna, hogy a rés $R_1 o$ hosszában véghetlen messzire állítatott. A 6-ik ábrából kitűnik, hogy ha R_1 rés kifelé tolatik, $R_1 t n$ szög, melyet előbb φ_1 -nek neveztünk, szintén mindinkább nagyobbodik, s midőn a rés véghetlen messze áll, akkor lesz $\angle \varphi_1 = \angle R_1 o c = \angle g_1 t n_1$ és tehát egyenlő $g o c$ szöggel is; de ez utóbbi szög az, mely alatt a fénysugárnak a porczhártyán vissza kell verődnie, hogy az a mérésnél követelt $o g$ irányban az oldalsó tükrő jelvonalaát érje, s miután $\angle g o c = \angle g t n_1$ ez utóbbi pedig az előbb ψ_1 -nek elnevezett szöveget jelenti, lesz, midőn a rés véghetlen messzire áll: $\varphi = \psi$, s következőleg az 5) alatti egyenlet is

¹⁾ Ez utóbbi vonal az ábrában nincs kijelölve.

$$\text{tang. } 2 \delta = \text{tang. } (\psi - \varphi) = 0.$$

De ily esetben a 4) alatti egyenlet is

$N_1 - N_2 = \rho (\sin. \delta_{11} - \sin. \delta_1) = 0$ lesz, feltéve, hogy az oldaltükör és rés állása felelerélésénél a rés a másik oldalon $R_2 o_1$ irányban szintén véghetlen messzire tolatott.

Ezekből tehát kitünik, hogy a taglalt határ-esetben a porczhártyának tükröző pontja ugyanaz marad, midőn az előbbi feltétel értelmében az oldalt, honnan a fény beesik, megváltoztatjuk. De következik ezekből továbbá az is, hogy midőn a rést a mondott irányban nem véghetlen messzire hanem csak bizonyos távolságra R_1 és R_{11} helyen túl állítjuk fel, föltéve, hogy ezen távolság egyik és másik oldalon egyenlő marad, ez úton a porczhártyai tükröző pontnak helyváltozásából keletkező hiba még azon fent talált elenyésző értéknél is kisebb lesz.

$N = t q$ értéknek már ismert 3) alatti egyenlete :

$$N = \pi \sin. \gamma - \rho \sin. \delta$$

mutatja, hogy ezen módosított eljárásnál δ szögnek kisebbülése folytán $t q$ valamint ρq is növekedni fog, megmaradván $< c o g = < t o g$. Eltávolodik tehát kevésbé egy felől a tükröző pont a porczhártyának e csúcspontjától, más felől pedig a mérés által felismerhető q pont a porczhártyának LL vonalba eső r pontjától.

Az elsőbbik érték megközelítőleg a fentebbi határesetben a o -ra leszálló $\rho \sin. \delta$ értékével növekedhetvén, ez pedig még ha δ szöget $0^{\circ} 3,152$ min.-ra, ρ -t pedig 8 mm-re is teszszük, csak 0,007336 mm. lévén, látni való, hogy ezen csekély változás a mérés pontosságát nem zavarhatja.

$q r$ -nek értékét illetőleg pedig, ez meghatározható, ha a következő egyenletben :

$$q r = q i - i r = \rho \cos. \delta - \sqrt{\rho^2 - (\pi \sin. \gamma)^2} \dots 7)$$

a minta-szemnek már fentebb alkalmazott értékeit helyettesítjük.

Így tehát ρ -nak értékét 8 mm-re,

$$\begin{array}{r} \pi \text{ " " } 1 \text{ " } \\ < \gamma \text{ " " } 7^{\circ}\text{-ra} \end{array}$$

téve, lesz δ szögnek $0^{\circ} 3,148$ min. értékénél

$$q r = 0,000917926 \text{ mm. ;}$$

δ szög $0^{\circ}3,152$ mm. értékénél pedig

$$qr = 0,000917856 \text{ mm};$$

mely két érték közti $0,00000007$ mm-nyi különbség épen elenyésző.

S ha $< \delta$ leszáll 0-ra, mint ama módosított eljárás hátár-esetében, akkor

$$qr = 0,000928 \text{ mm}$$

mely szintén a $0^{\circ}3,152$ mm. értékű δ szögnél talált qr értéktől csak $0,000010144$ mm-mel különbözik.

Ebből ismét kitűnik, hogy ha mérésünk pontosságát egy milliméternek első három tizedesén túl terjeszteni nem kívánjuk, akkor q pontnak a mérés által a 2) alatti egyenlet szerint felismert távolságát a szemnek f forgáspontjától egyszersmind úgy tekinthetjük, mint a forgásponttól való távolságát a porczhártya azon pontjának, a melyen át a látvonal halad. S ily módon feleslegessé válik egyszersmind a porczhártyai tükröző pontnak tf távolságát a forgásponttól külön meghatározni.

De más felől qr -nek még ama csekély értékét is számba vehetjük, az meghatározható lévén a fentebbi 7) alatti egyenlete értelmében, ha $(z. \sin. \gamma)^2$ helyébe $(N + \rho. \sin. \delta)^2$ iktattatván, ismerjük a porczhártya központi görbületének ρ sugárhosszát, továbbá N és $< \delta$, mely két utóbbi érték épen a tükrök segítségével határozható meg.

N -nek értéke egyenlő lévén

$$tq = oq. \text{tang.} < toq \text{ és}$$

$$< toq = < cog = < cag$$

cag szöveget pedig α -val jelölve, tehát:

$$N = oq. \text{tang.} \alpha \dots 8)$$

szükséges lesz ez utóbbi szöveget meghatározni.

A δ szögnek felismerésére pedig megkívántatik a 6) alatti egyenlet szerint $gc = A$ és $c = B$ értékek ismerete. Mindkét feladat megoldható a következő eljárás alapján.

Legyen az 5-ik ábrában a és g a tükrök azon álláspontja, melynek megfelelőleg a mérés kezdetekor a szem beállítandó. Ez esetben megismerni kívánjuk $cg = A$, $ca = B$ és $< cag = \alpha$ értékeket. Ha LL vonal hosszában valahol ólomgolyóval függélyesen kifeszített hajszál van felállítva, úgy hogy a szintén LL vonalnak irányában beállított távcső-

ven át megtekintvén, elfedi úgy a mellső *M. T.* tükörnek ugyanazon irányba eső jelvonalát *a*-nál, valamint ezen tükörnek a rajzban kijelölt állásánál fogva a *g*-nélálló oldalsó *Ol. T.* tükör jelvonalának tükörképét is, a *g*-től jövő *ga* sugár *LL* irányában verődve vissza; s ha most ezen oldaltükör *LL*-re merőlegesen és ismert távolságra *g*-től *h*-ig jobbra kitolatik, akkor *M. T.* tükör is *a*-tól *b*-ig lesz visszatolandó, hogy e tükörnek változatlanul hagyott szög-elhajlásánál az oldaltükör jelvonala ismét elfedessék a hajszál és *M. T.* tükör saját jelvonala által, mert ekkor válik *hb* sugár párhuzamossá az előbbi *ag* sugár-iránnyal. Lehetséges lesz e szerint $gh = c$ és $ab = d$ hosszértékek megmérése által $gac = hbc = a$ szöget is:

$$\text{tang } \alpha = \frac{c}{d} = \frac{A}{B} \dots 9)$$

kiszámítani. Ha pedig most *M. T.* tükör ismét előbbi állásába *a*-nál visszahelyeztetik, de oly szögelhajlással, hogy jelvonala a *h*-nál hagyott oldaltükör jelvonalát elfedi s ezután maga az oldaltükör tétetik vissza előbbi állásába *g*-nél; ez utóbbi tükörnek jelvonala akkor fog ismét *M. T.* tükör jelvonala által elfedetni, midőn emez *a*-tól *b*₁-ig előbbre tolatott; s lesz ekkor, *ab*₁ hosszát *d*₁-nek nevezve, a kiszámítandó $\angle hac = \angle gb_1c = \angle \alpha_1$,

$$\text{tang. } \alpha_1 = \frac{c}{d_1} = \frac{A}{B-d_1}.$$

Ismeretesek lévén *a* és *a*₁ szögek és *c*, *d* és *d*₁ hosszértékek, kiszámíthatók:

$$\left. \begin{aligned} B = ac &= \frac{d d_1}{d - d_1} \text{ és} \\ A = cg &= \frac{c d_1}{d - d_1} \end{aligned} \right\} \dots 10)$$

keresett értékek is. S így a δ szögnek és *N* értéknek meghatározására szükséges adatok ismertek lévén, kiderül maga az ezektől függő *qr* érték (6. ábra).

Ekképen tehát tudva léssen nemcsak a 2) alatti egyenlet szerint *fq* érték, hanem lovonatván ebből *qr* érték, még pontosabban a látvonal által érintett porczhártyai pontnak *fr* távolsága a szemteke forgáspontjától.

Mielőtt most ezen eljárásnál alkalmazandó eszköznek

leírásába bocsátkoznám, áttérek előbb feladatom másik részének elméleti tárgyalására, mely a szem mellső csomópontjának meghatározására vonatkozik.

3. A szem (mellső) csomópontjának meghatározása.

A mellső csomópontnak, mint a mellső irányvonalak kereszteződésének helye azonos azon ponttal, hol a látvonal a szentengelylyel kereszteződik, mely utóbbi *Helmholtz* vizsgálatai szerint a porzhártya tengelyétől lényegesen el nem tér. E szerint a 6-ik ábrában az *LL* látvonal és *T. v.* tengely közti *cs*-vel jelölt kereszteződési pontnak távolságát a porzhártya csúcspontjától *z*-nek nevezve, *cs*-nek távolságát a porzhártya *k* hajlási központjától — úgy mint eddig — π -nek, *ke* hosszát pedig mint a hajlási sugárt ρ -nak nevezve, lesz :

$$z = \rho - \pi \dots 11)$$

és

$$\pi = \frac{ki}{\sin \gamma} = \frac{ku + ui}{\sin \gamma} ;$$

$\perp \gamma$ alatt a látvonal és tengely közti szöveget értve. S miután

$$ku = \rho \sin \delta$$

$$ui = tq = oq \text{ tang. } \perp toq = M. \text{ tang. } \alpha$$

$$< toq = < cag \text{ helyett, mint eddig } \alpha\text{-t}$$

$$\text{és } oq \text{ „ „ „ } M\text{-t}$$

használva, lesz ezen értékek helyettesítése után π -nek fentebbi egyenletében, a mellső csomópontnak távolsága a porzhártya hajlási központjától :

$$\pi = \frac{\rho \sin \delta + M. \text{ tang. } \alpha}{\sin \gamma} \dots 12)$$

A mi végre a csomópontnak ζ -val jelölt távolságát illeti, a látvonal *LE* irányában fekvő *q* ponttól, melynek saját távolsága *f* forgásponttól az előbbi fejezet szerint meghatározható, lesz ez :

$$\zeta = qi - cs i$$

miután pedig

$$qi = tu = \rho \cos \delta$$

$$cs\ i = \frac{ki}{\text{tang. } \gamma} = \frac{\rho \cdot \sin. \delta + M \cdot \text{tang. } \alpha}{\text{tang. } \gamma}$$

$$\text{lesz : } \zeta = \rho \cos \delta - \frac{\rho \cdot \sin. \delta + M \cdot \text{tang. } \alpha}{\text{tang. } \gamma} \dots 13) ,$$

mely érték, még ha abból az előbbi fejezetben qr -nek, a millimeter csak tizezredrészében jelenkező értéke a 7) alatti egyenlet szerint le sem vonatik, — a mellső csomópontnak távolságát a látvonal által érintett porczhártyai ponttól elég szabatosan adja, feltéve, hogy amaz egyenletben előforduló tényezők maguk elég pontosan ismertetnek. Ezek közül M , valamint α és δ szögek az előbbi fejezetben tárgyalt eljárás alapján meghatározhatók; nem különben nagy pontossággal mérhető meg ρ , a Helmholtz-féle ophthalmometerrel.

Végre még γ szöget kell meghatározni. Erre nézve ugyan szintén már *Helmholtz* ¹⁾ mutatott módot, mely szerint a porczhártya kerülek-hajlatának megfelelő egyes sugárhosszak meghatározásánál egyszersmind a látvonal és a porczhártyai kerülek nagy tengelye közti γ szög is kiszámítható, melyet ő és később *Knapp* néhány egyénnél meg is határozott. Ezen eljárás azonban, valamint a vele járó számítás is eléggé bonyolodott s több időt igényel, hogysem azt sok esetre kiterjeszteni lehetne. Azért előnyösebbnek látszik *Donders*-nek ²⁾ már a történelmi szemlében felemlített eljárása, melyet előtte már *Helmholtz* alkalmazott volt, ez úton megvizsgálendő, vajjon a porczhártya felületének középpontja megfelel-e saját kerülek-hajlata csúcspontjának. S épen e két pontnak *Helmholtz* által felismert — legalább megközelítő — felelkezésére építi *Donders* is eljárását, midőn ez úton felkeresi az ophthalmometer tengelye és a vizsgálat alá vont szemnek látvonala közti szöget. Ekkor a látvonalnak oly irány levén adandó, melynél az ophthalmometer felett álló lángnak tükörképe épen a porczhártya közepén tűnik fel, és ketté választatván az ophthalmometerrel, e tükörképek mindegyike épen érinteni látszik a szintén kettős képből megjelenő és egymást félig eltakaró porczhártyának oldalszéleit: mindenek felett meg is kívánta-

¹⁾ Graefe: Archiv. für Ophthalmologie I. Bd. 2. Abth.

²⁾ Az i. h.

tik, hogy a lág tükröképeinek összeesése a porczhártyának széleivel biztosan felismerhető legyen. Nem lévén azonban a porcz- és in-hártya közt a határ elég élesen kiszabva, az eljárás sem nyújt — *Mandelstamm* helyes megjegyzése szerint — elég pontosságot, miről magam is meggyőződtem.

Nagyobb biztosságot ígér egy másik eljárás, melyet *Helmholtz* indítványára *E. Mandelstamm* ¹⁾ egy pár egyénnél alkalmazott. Ezen eljárásnál oldalt az ophthalmometertől jobbra és balra egyenlő távolságban lág, s azonkívül még egyik oldalon ismert távolságban az ophthalmometertől irányjel van felállítva, melyre a vizsgált szem látvonalát szegzi. Ekkor az ophthalmometer üveglapjai megfelelő szögértékben megforgattatván, a lágok porczhártyai tükröképei megketőztetnek és saját kölcsönös távolságuknak megfelelő értékben oldalra térítetnek, úgy hogy az egyik lágpárnak egyik képe összeesik a másik párnak túlsó oldali lágképével. Azután az ophthalmometer üveglapjainak állását változtatlanul hagyva, az ophthalmometer másik oldalán is megfelelő helyen felállítandó irányjel által a vizsgált szem oly állásba vezettetik, melyben a porczhártyai tükröképek viszonya egymáshoz teljesen megfelel az előbbinek. Ez akkor teljesülhet, ha ama tükröképek fekvése oldalt a porczhártya tengelyétől egyik és másik esetben egyenlő, ha tehát a porczhártya tengelye egyenlő szög alatt lett az ophthalmometer optikai tengelyének másik oldala felé fordítva, mint a melyet vele a túlsó oldalon a vizsgált szem elsőleges beállításánál képezett. Megfelelvén pedig a porczhártya tengelye és a látvonal közti szög azon szögek fele különbségének, melyeket az ophthalmometer optikai tengelyével a látvonal képez a szem első- és másodlagos állásában : ezen utóbbi szögek felismerhető értékéből a keresett szög is kiszámítható. Ama szögértékek megismerésére szolgál pedig az irányjelek távolsága az ophthalmometer tengelyétől és a vizsgált szem távolsága azon vonaltól, melynek hosszában az irányjelek felállítottak.

Legyen szabad mellékesen itt még egy körülményt megemlíteni.

¹⁾ Graefe : Archiv. für Ophthalmologie XI. Bd. 2-te Abth.

Ha a látvonal és szentengely közti szög egész pontossággal meghatározható volna, akkor ezen szög és a görbületi sugárhossznak ismerete alapján a fentebbi kimutatás szerint egyszersmind felismerhető fogna lenni élőszenen nemcsak nagy pontossággal a csomópontnak távolsága a porzohártyától, hanem még egy felől ama pontnak helyváltozása is a szem alkalmazkodásakor különböző távolokhoz, más felől pedig legalább megközelítőleg a recze távolsága is azon csomóponttól. Ha ugyanis a szem alkalmazkodásakor különböző távolokhoz a változatlan fekvésű szentengely hosszában a csomópont helyét megváltoztatja, ellenben a reczének azon legfényérzőbb pontja, mely a látvonal irányában fekszik, helyét nem változtatja; úgy szükségképen az e ponttól a helyét változtató csomóponthoz húzott látvonal változatos irányánál fogva, a látvonal és szentengely közti szögnek is változnia kell; s ha ezen változás értéke, valamint annak alapján a csomópontnak eltolódása a szentengely hosszában a szemnek két különböző látávhoz alkalmazkodása esetében ismertetnék: akkor egy háromszögben, — melynek egyikoldalát a csomópont eltolódásának hossza, másik két oldalát pedig a recze sárga foltjától a csomópont felé húzott látvonálnak egyik és másik esetbeli irányai képeznék — ama rövidebb oldalon kívül még valamennyi szög is fogna ismertetni; minek folytán a hosszabb oldalak is, mint a keresett értékek, kiszámíthatók lennének. E meghatározás azonban oly nagy pontosságot igényel a szentengely és látvonal közti szögnek megmérésében, minőt az előbb említett eljárások egyike sem képes egyelőre nyújtani.

Ezen elméleti tárgyalás után áttérek most azon tükörkészüléknek leírására, melylyel a szem forgás- és csomópontjára vonatkozó mérések eszközölhetők, s melyet megkülönböztetésül más szemmérészeti eszközöktől, *Parallactometer*-nek nevezek, a mennyiben t. i. a szem forgás- és csomópontjának össze nem esése miatt, a szemlélt tárgyak látirányai közt is parallaktikai eltérésnek van helye, midőn a tárgyak egyszer a látvonaltól oldalt eső irányban, azután pedig a

szem forgatása után a feljök irányzott látvonal egyenes folytatásában szemléltetnek. ¹⁾

4. A Parallactometer és annak kezelése.

Ezen sárgarézből készült eszköznél a három csavarlábbon álló talpból oszlop emelkedik fölfelé, melynek felső végéhez vízszintesen fekvő vezeték van erősítve. Ennek hasábszerűen behajló oldalai közt a haránt átmetszetében szintén hasábszerű nyílás mindenütt tökéletesen egyenlő tágas, úgy hogy az abba pontosan beillő három, oldalain megfelelőleg hasábszerűen alakított vastag sárgaréz lemez, a vezetékben erőltetés nélkül, de mégis biztosan tovatolható.

A 7-ik ábra mutatja e készüléket felülről vízszintes vetületben, a 8-ik ábra ugyanazt hosszabb oldala felől függélyes vetületben az oszlop egy részével, szintúgy a 10-ik ábra keskeny oldala felől. Valamennyi ábra e készüléket valódi nagyságának fele értékében tünteti elő.

A vezetékben elmozdítható három hasáb a 7. és 8-ik ábrában *a*, *b* és *c*-vel van megjelölve.

Ezek közül az *a*-val jelölt hasábnak a vezetékből kiálló végén, rövid oszlopkán, a 8. ábrában keskeny, a 9. ábrában széles oldala felől rajzolt, négyyszögű *k k* keret van erősítve,

¹⁾ J. B. Listing — Beitrag zur physiol. Optik. Göttingen 1845. 14 — 16 l., — a különbséget azon két szög közt, melyet egyfelől két tárgyponttól a szem csomópontjához húzott két vonal s más felől ugyanazon két tárgyponttól a szem forgáspontjához húzott két vonal képez, az egyenes és oldalirányban szemlélt tárgyak látszólagos fekvése közti parallaxisnak nevezi. Minek ellenében Helmholtz — Physiol. Optik. 585 l., — ezen elnevezést inkább úgy kívánja alkalmaztatni, hogy az elsőbbik szög csúcsául a célvonalak — Visirlinien — kereszteződési pontja vétessék, mert két pontszerű tárgy akkor szemlélhető összeeső oldalirányban, midőn ugyanazon célvonalban állanak. — Ily értelemben a fent használt elnevezés nem fogna eszközökre illeni, minthogy az nem vonatkozik a célvonalak kereszteződésére, hanem a csomópont felismerésére. De a menyiben épen ezen utóbbi pontnak össze nem esése a forgásponttal szintén hasonló parallactikai eltérést fogna maga után vonni, ha oldalirányas látásnál a tárgyak nem a célvonalak, hanem az irányvonalak — Richtungs-linien — hosszában szemléltetnének, annyiban azon elnevezést eszközökre, megkülönböztetés okáért, alkalmazhatónak vélem.

melyen belől csak három-három szélén RR keretbe foglalva, két fémtükör, külön egymástól, de tökéletesen egy irányba eső függélyes tengely körül forgatható. Ezen kis, az ábrákban $M. T.$ -vel jelölt tükörkészülék hasonló szerkezettel bír, mint a Helmholtz-féle ophthalmometerben a forgatható üveglapok. Itt is a két tükörlap kezdetben egy egészet képezett, mely két teljes keretű, tökéletesen felelkező és egymásra csavart keret közé úgy beillett, hogy a tükör a hátsó keretnek megfelelő bemélyedésében helyet foglalva, és mellső felületével a kevésbé beljebb érő mellső keretnek hátsó széléhez támaszkodva, csavarok által erre szoríthatott, miként a 7-ik ábrán látható, hol kk keretnek haránt átmetszetén belől RR kettős keretnek egymásra csavart felei közt $T.$ tükör foglal helyet. Miután így a tükröző felületnek beállíthatása épen a két keretfél közé eső síkban biztosítva volt, maga a most egy egészet képező keret felső és alsó szélének közepén az esztergály asztalon tt (9. ábra) kúpidomu tengelyekkel lett ellátva, melyek központi vonala szintén a keretfelek közti síkba esik; minélfogva azután a tükörfelületen ugyanazon vonal folytatásában gyengén bevéselt jelvonal is, a forgástengely vonalába esvén, a tükrök forgásakor állását meg nem változtatja. Megfelelőleg a kerettengelyek vékonyabb nyaki részének a kis o oszlophoz erősített külső kk keret is, mely úgy mint a belső tükörkeret mellső és hátsó, egymásra csavart félből van összeállítva, felső és alsó oldalán szintén egy közös vonal irányában kerek nyílással van ellátva, melyekbe ama tengelyek nyaki része felvételik, míg a tengelykúpnak a nyílásból kiálló része, és pedig az alsó tengelynél o oszlopka megfelelő belső üregébe beillik, abban állása az által biztosítván, hogy azon oszlopnak felső, két oldalra lemezként kinyúló ll széle csavarok által a keretnek alsó széléhez van erősítve; míg a külső keretnek felső széléhez erősített ff fedéllap fölfelé nyúló üregébe befogadja a felső tengelynek kúpos részét, úgy hogy ez azon üreg felső nyílásából kiálló végére csavart nn nyél segítségével abban megforgatható. Ezen előkészítés után lett csak úgy a tükörlap, valamint keretje, haránt irányban ketté fűrészelve, úgy hogy ezután a felső és az alsó tükör, a nélkül, hogy közvetlenül egymás felett álló

szabad szélével érintkeznek, külön egymástól, de mégis egy irányu tengely körül forgatható, és adott állásában, a külső keretnek felső és alsó oldalán egészen a belső keret-tengely nyakáig benyomuló $c s. c s$ (8. ábra) csavar által megrögzíthető.

Az e tükörkészüléket hordozó a (8. ábra) hasábnak to-vamozdítására vezetékében szolgál az igen finom csavarmen-ttel ellátott Cs csavar, melynek kigömbözött g nyaka a ha-sábhöz rögzített $e_1 qq$ könyök lenyúló szárának megfelelő nyi-lásába illik, míg a csavarmenet egy másik átfúrt gömbön megy át, mely a fővezeték-től lefelé nyúló p szárnak belsejé-ben mozgékonyan rejlik. Ez, valamint a könyök szára is két egymásra csavart ($q. q.$ 9-ik ábra) részből állván, köztök a gömbök felvételére szolgáló nyílás tágassága megfelelőleg szabályozható. A hasábnak ezen csavar által eszközölt elto-lása megmérhető a hasáb (7-ik ábra) felületének szélén $2\frac{1}{2}$ centimeter hosszban bevészt millimeter osztályzaton, mely-nél mutatóul szolgál a vezeték oldalához erősített m (7. és 8. ábra) lemeznek felső szélén bevészt vonal. Aonkívül még egy millimeternek kisebb részei is megmérhetők az által, hogy Cs csavar gombjának DD korong lapja, szélén 100 fokra van beosztva; mutatóul szolgálván itt e_1 könyökhöz erősített m_1 kis lemeznek felületén látható vonal. Készülékemnél a hasáb-nak egy milliméternyi eltolására szükségeltetvén a csavar-nak $3\frac{15}{100}$ -szoros fordulata, a csavarnak egy foknyi forgása közel 0,0031746 mm-nyi eltolásnak felel meg.

A b -vel jelölt második hasáb, mely a 8-ik ábrán a fő-vezetéknek áttörve rajzolt oldalai közt látható, e főveze-tékhez hasonló, csak rövidebb vezetékét hordoz, melynek az előbbivel épen derék szöget kell képezni (7-ik ábra). E célból a haránt vezeték b hasábhöz i tengely körül for-gathatóan van erősítve (8. és 10. ábra); a kellő irányba beál-lítható és abban megrögzíthető levén az által, hogy a haránt vezetéknek egyik oldalából kinyúló két kis nyujtványon át (v 7 és 8. ábra) ellenkező irányból ss csavarok nyomódnak a b hasábból kiálló z szögnek lapos oldalai felé, melyekhez oda szoríthatók. Az e vezetékbe beillő d hasáb végén az oldalsó Ol. T. tükörnek o oszlopkája áll, melynek üregébe R_1 ke-retnek t_1 (8. ábra) kúpos tengelye benyomul, abban forgat-

hatóan tartatván az által, hogy a tengely vékonyabb nyakát két részből álló négyszögű rr (7, 8 és 10. ábra) lemez nyílásába fogadja, míg e lemez maga az oszlopkának hasonló alakú széléhez csavarokkal van megerősítve. Ezen keret is mellső és hátsó egymásra csavart félből áll, melyek közé a kis fémtükör úgy van beillesztve, és cs_2 (10. ábra) csavar által megrögzítve, hogy tükröző felülete épen az e két keret-fél közti síkban fekszik, melybe az ezekből kiinduló t_1 tengelynek forgási tengelyvonala is esik, valamint az ugyanez utóbbi vonal irányában, a tükör mellső felületén kijelölt merőleges jelvonal is. A keret megrögzítésére kellő állásában cs_1 csavar szolgál. Az oldaltükör hasábjá vezetékében szabad kézzel tolatik előre; megmérhető pedig ez eltolás a hasáb felületére bevéssett millimeter mértéken, melynél a beállítható mutatót képezi a haránt vezeték oldala mellett a hasáb magaslatában elnyúló keskeny h (7-ik ábra) lemeznek felületén bevéssett vonal. Maga ezen lemez e rövid hasábhöz van erősítve, mely d hasábbal együtt a haránt vezetékben foglal helyet.

A fővezetéknek harmadik c hasábjához o_2 oszlopka van csavarva, hogy üregébe a kemény kautsukból készült G. G. gyűrűnek — mely a 7. és 8-ik ábrában keskeny oldala felől kihúzott vonallal, egyszersmind az utóbbi ábrában lapja felől is pontozott vonallal van jelölve — aczélszárát fogadja, mely abban forgatható és cs_3 csavar által megrögzíthető. E gyűrűnek függélyes irányban átfurt oldalaiba be van eresztve HH kétszer derékszög alatt meggörbített huzalívnek két függélyes szára, melynek kevéssé előhajló vízszintes középrésze — a 8-ik ábrában oldalról rajzolt — π parafa hengerkén át van szúrva, mely utóbbiba ismét parafa darabka által két gombostűből összeállított kereszt szúrható, hogy az ettől lecsüngő, végén golyóval ellátott ϱ hajszaalat szemközt lehessen az M. T. készülék tükreinek jelvonalaival a gyűrű nyílásába beállítani. A c hasáb is el van látva mértékkel, melynek mutatója a fővezetékhez erősített m rézdarab felső végén van bevésve. A hasáb megerősítésére pedig a fővezetékben cs_4 csavar szolgál (7-dik ábra).

A készülék főoszlopjára még két, hosszában felhasított és szorító csavarral ellátott gyűrű van feltolva. Ezek közül a

felső gyűrű (8. és 10. ábra Gy. 1) két karu, J -nél izülettel ellátott szárba folytatódik, melynek hengerded végkarjára úgy az \bar{U} üveg pohárkát tartó $T. n.$ tányért, valamint közbeeső rudak és Kk keresztkapcsok segítségével a feketére bemázolt ernyőként szerepelő E rézlapnak aczélrúdnyele is erősíthető. E rúdnak tengelyvonalába, mely körül az tartójában forgatható, esik azon ernyőnek keskeny R_2 rése, valamint az ernyő felső szélétől kiinduló rövid rúd is. A keresztkapocs ez utóbbin kt kötötűt rögzít, melynek π parafahengerkéjére a már említetthez hasonló, lelógó hajszállal ellátott tükereszt szűrhető. A tányéron álló vízzel telt pohárka, a golyóval bemerülő hajszálnak megnyugtatóására szolgál. A 7. és 10-ik ábrában, a felső gyűrűvel összekötött részeknek azon állása van kijelölve, melynél H_2 hajszál az oldalsó $Ol. T.$ tükörnek jelvonalával épen szemközt beállítható, de könnyű érteni, hogy a rudak és kapcsok más elrendezésénél a hajszálnak e helyére épen E ernyőnek rése állítható, míg a $kt.$ kötötűről lelógó hajszál másféle iránynak megfelelő állásba van helyezve.

A főoszlopra tolt másik — Gy 2 — gyűrű keresztkapcsot képez, melynek szintén csavar által összeszorítható Ny (8 és 10. ábra) nyílásában az áll rögzítésére szolgáló $A. l.$ lapnak vízszintes fekvésű rúdja megrögzítve tartatik. A 8-ik ábrában ezen áll-lap keskeny széle felől kihúzott vonalokban, lapja felől pedig pontozottan van kijelölve. Azon áll-lap tányér gyanánt is alkalmazható pohárka alá, melynek vize a $G. G.$ szemgyűrűn függő hajszálnak beléje merülő golyóját megnyugtatja.

E most leírt készülék tervem után *Dr. Meyerstein* lát-szerész és gépész műhelyében Göttingában nagy gonddal készült. Mindazáltal szigorú megvizsgálásakor hiba mutatkozott rajta, a mennyiben az oldalsó tükör hasábjának vezetéke, mely ekkor még b hasábbal szilárd összeköttetésben állott, nem volt egészen pontosan derék szög alatt a fővezetékre irányítva. E hibának értéke megmérhető levén, a készülék ugyan még így is használható lett volna a mérésnek megfelelő kiigazítása mellett. Kezelése azonban e hiba folytán sokkal több időt fogott volna igényelni, miért is később e haránt vezetéket b hasábján a fent leírt módon beállíthatóvá tettem.

Ezen kijavítást és néhány mellékrésznek készítését nagy pontossággal *Steffen* budai gépész hajtotta végre.

Attérek most a készülék kezelésére és az általa eszközlendő mérés módjára.

Ezen kezelésnél első feladat a tükrök helyes beállítása. Először a készülék a talpán levő csavarokkal tökéletesen szilárd állásu asztalon úgy állittatik fel, hogy a tükrök felületén látható jelvonalak összehasonlítva a hajszál függélylyel, ennek irányával minden oldal felől párhuzamosak, tehát tökéletesen merőlegesek; ezután úgy egyike az *M. T.* tükröknek, — legczélszerűbben a fogantyúval ellátott felső tükrő — lapjával merőlegesen a fővezeték irányára, melyben maga eltolható, valamint az oldalsó *Ol. T.* tükrő is lapjával szintén merőlegesen a haránt vezeték irányára beállittatik. Ezen beállítás eszközölhető a tükrök elé úgy felfüggesztett hajszál segítségével, hogy ez, a beállítandó tükrő felületének jelvonala és a hajszál tükröképe egy irányba esve, midőn megfelelő távolból feléjük irányzott távcsővel megtekintetnek, egymást elfedjék. A tükrő beállítása akkor helyes, ha ama három irányjel viszonyát egymáshoz változatlanul megtartja, mialatt a tükrőt magával hordó hasáb vezetékében előre vagy hátra tolatik. Távcsővemmel, rövid láttávjánál fogva képes voltam mintegy két meter távolságból e három egymás után következő tárgyat egyszerre elég élesen meglátni.

Az egyszerű hajszál-függély azonban nem nyújt teljes biztosságot a felől, hogy az általa elfedett másik két vonal vele tökéletesen egy irányba esik. Azért kettős hajszálat alkalmaztam, melyek közt $\frac{1}{2}$ — 1 millimetryni rés maradt, melynek közepében a tükrő jelvonala meglátszott, míg a távolabbi tükrőképben, a kisebb látszógnél fogva, a tükrőjelvonálnak két oldalán, de szintén még a hajszálak közti nyíláson belől azoknak tükrőképei szemlélhetők voltak. Vagy pedig annyira közelítém a távcsövet azon irányjelekhez, hogy közülök egyszerre csak a kettős hajszálat és a tükrő jelvonalt, vagy a távcső szemlencséjének más beállításánál azt meg a hajszál tükrőképét láthatám meg tisztán.

Ily módon sötét szobában kellő lámpavilágítás mellett a hajszálak, illetőleg tükrök helyes beállítása egész biztossággal

gal megítélhető. Hogy pedig az oly közel egymáshoz felfüggesztendő két hajszálat tökéletesen párhuzamos irányban kifeszítve tartsam, egy hosszú hurokba hajtott hajszálnak alsó végébe kis horoggal ellátott golyót akasztottam be, míg megrögzített felső végén a hajszálhurok ágai közt kiálló, a golyó horogjával egyenlő vastag tű tartotta szét azokat. E tű képezte a készülék leírásában említett tükeresztnek haránt ágát, míg annak másik tüje a parafa hengerek egyikébe volt beszúrva. A golyó alá állított pohárban levő víz, melybe amaz bemerült, biztosította a hajszál nyugalmas állását.

Miután így a mellső keretekben foglalt tükrök egyike kellően be van állítva, könnyü utána a másik tükröt is ugyanazon síkba behelyezni, biztos jelül szolgálván erre nézve, hogy azon tükrök elé függesztett hajszálnak tükörképe mindkét tükrőben tökéletes folytonosságot mutat. Ez állásában az alsó tükrő továbbra is megrögzítve tartandó, míg a felső később egyik vagy másik oldal felé leend irányzandó. Egyelőre azonban ez állásban meghagyatik mindkét tükrő, valamint az előttük a szemgyűrűtől lefüggő s az előbb leirt módon úgy beállított hajszálhurok is, hogy az a tükrök jelvonalaival és saját tükörképével ugyanazon egy, a fővezetékkel közös irányvonalba esik; mert ezen beállítás alapján lehetséges ezután felismerni, vajjon maga a haránt vezeték, melynek irányára lapjával merőlegesen az oldaltükrő a mondottak szerint már be lett állítva, derék-szöget képez-e a fővezeték irányával? Ez esetben ugyanis, ha a távcső a szemgyűrűtől lecsüngő hajszálhurok felé úgy irányoztatik, hogy ennek két szára közt az oldalsó tükrő jelvonala látható, és most a mellső *M. T.* tükrök hasábjának megfelelő előre vagy hátra tolása által ezen tükrök jelvonalaának tükörképe szintén a két előbbi irányjel vonalába hozatott: e három irányjel megmarad egy közös egyenes vonalban akkor is, midőn a mellső tükröket és a hajszálat változtatlanul helyükön hagyva, egyedül az oldaltükröt toljuk vezetékében be vagy kifelé.

Miután így az oldaltükrő, és saját vezetéke helyes irányban megrögzítettett, ezen tükrő elé kellő távolságban az ernyőt, melynek hátulról megvilágítandó részén át a fénysugarak a megvizsgálandó szem porczhártyájára bocsátandók, úgy

helyezzük, hogy a függélyesen álló rés, az oldaltükör jelvonala és a rés tükörképe egy irányba esve, a két utóbbi egymást elfedje, midőn a résen át ama jelvonalat szemléljük; ennek utána pedig az oldaltükört vezetékében addig toljuk tova, míg ennek jelvonala, a mellső tükrök jelvonala első rendű és a résnek második rendű tükörképe egy vonalba össze nem esik, ekkor lévén elérve, hogy az elmélet kívánalma szerint a rést az oldaltükör jelvonalaival összekötő Rcg vonal (6-dik ábra) merőleges azon Lcc vonalra, — s általa feleztetik, — melynek irányában a mellső tükrök eltolatnak és melynek függélyes síkjában léssen a szem látvonala is behelyezendő.

Hogy végre épen ezen irány legyen a megvizsgálandó szem által biztosan felismerhető, az eddig említettek megtörténte után a távcsövet, melynek segítségével ezen beállítások eszközöltetnek, ismét beállítjuk azon irányba, melyben a mellső tükrök előtt a szemgyűrűn függő hajszál, azon tükrök jelvonala és a hajszál tükörképe találkozik; s most minden egyebet változtatlanul hagyva, egyedül a mellső tükrök felsőbbike épen a tengelyébe eső jelvonala körül megforgattatván, annyira az oldaltükör felé irányoztatik, hogy ennek jelvonala tükörképében a mellső tükrök jelvonalaival és tehát a szemgyűrű hajszálával is összeesik. Minélfogva majd a megvizsgálandó szem is akkor jutott kellő állásába, midőn a mellső tükrök felé fordított látvonala irányában a ferdén álló tükrök jelvonala előtte elfedi az oldaltükör jelvonala tükörképét; ekkor lévén a látvonal $aLcc$ (6. ábra) vonalnak függélyes síkjába beállítva.

Így el van készítve az eszköz a szemmérésre, de lehet ezt megelőzőleg, az utóbb említett beállításokat azonnal felhasználni a rés és oldaltükör jelvonala közti távolságnak és azon szögnek megmérésére, mely alatt a mellső tükrök felsőbbike az oldaltükör felé térített. Az eljárás, mely szerint az történik, az előre bocsátottak és az elméleti taglalás után nem szükségesel bővebb leírást.

Ezen előkészületek legjobban megfelelő magasságra beállítható két lámpaláng mellett történnek, melyek a távcső felé ernyőkkel vannak elfedve. Nem épen elkerülhetlen felté-

tel, de előnyös, ha a szobából egyéb világosság ki van zárva. Midőn ellenben a mérés a szemén végrehajtatik, lényeges feltétel, hogy a szoba vagy mérsékelt napvilág által, vagy más-ként annyira megvilágítva legyen, miszerint a megvizsgálandó szem a mellső tükrö jelvonalát, úgy szintén az oldaltükrö jelvonalának tükröképét, valamint a saját porczhártyáján tükröződő réstől eredő fényszikrát elég élesen megláthassa, hogy azonban mégis a szemtől minden oly fény visszatartassék, mely rajta a résnek tükröképe mellett még más fényképet is idézhetne elő. A résnek jobb megvilágítása végett a mögéje állított lámpának fénye lencse által a résben összpontosítható.

Mindezek megtörténtével eltávolítjuk a szemgyűrűtől a hajszálat, s hogy a gyűrű lapjából kiálló parafahenger útban ne álljon, midőn a szem beállításakor környezete e gyűrűre mint arcztámlára gyengén oda nyomúl, a gyűrű parafahenger oldalával a mellső tükrök felé fordítandó, midőn egyszersemind igen előnyös, tüvel e hengerhez, kevéssé a gyűrű nyílásába benyúló fehér papirlapot erősíteni, melynek tükröképe — mint fehér háttér — az oldaltükrö jelvonalának sötét tükröképét a ferde tükröben annál jobban elötünteti. Végre az áll-lap is, mely a fejnek másik támláját képezi, a készülék oszlopán annyira feltolatik, hogy a szem porczhártyájának tükröképén felmerülő fényszikra épen csak kevéssel a mellső két tükrö közti hézag felett legyen meglátható.

Ezen előkészületek után nem nehéz a szemet úgy beállítani, és helyzetében biztosítani, hogy látvonala a kellő irányban álljon, melyben t. i. a mellső tükrök felsőbbikének jelvonala elfedi az oldaltükrö jelvonalának tükröképét, egyszersemind a szemgyűrűt hasábjával vezetékében annyira be- vagy kitolva, azt elérni, hogy a megvilágított résnek a szemtől és másod s harmad rendben a tükröktől visszavetett, s magán a porczhártyai tükröképen fényszikraként jelenkező tükröképe összeesve a mellső tükrö jelvonalával, meglátható legyen. S ekkor van mind a látvonal kellő irányban, mind szintén a porczhártya is a kellő állásban.

Hogy most a látvonalnak ezen irányában a szem forgáspontjának fekvése felismertessék, a következő eljárást ta-

láltam legbiztosabbnak. A helyett t. i. hogy a szem az oldal-tükör jelvonala felé irányoztatnék, meglesendő, hogy a mellső tükrök kellő hátra tolása folytán mikor esik össze ez utóbbinak jelvonala az oldaltükörével, — mikép az elméleti részben a dolog egyszerűsítése végett előadatott, — miközben a szem annál könnyebben eltéveszthetné kiindulási helyzetét, mint-hogy egy felől a mellső tükrök, az eltoló csavar menetének felette csekély emelkedése miatt, csak lassan haladnak a megkivánt hosszban előre, más felől pedig, mert azonnal hogy a mellső tükrök kezdetleges állásából kimozdult, a résnek porczhártyai tükröképe, valamint az oldaltükör jelvonalaának tükröképe is eltűnik, s így vele együtt a szem irányulási jelét is elveszti; e helyett tehát a mellső és oldaltükör közti, ez utóbbihoz közelebb elhaladó irányban és a megvizsgálandó szemnek láttávjához mért távolságban a már taglalt mód szerint előkészített kettős hajszálát függesztek fel, s ettől néhány centimetryivel távolabb, szintén golyóval kifeszített egyszerű hajszálát úgy állítok be, hogy midőn a helyzetében egyébként meg nem változott szem a kettős hajszál felé irányoltatik, az ezek közt fenmaradó résen át épen közbül a hátsó egyszerű hajszálát meglássa. Itt is előnyös a hajszálak mögé hátulról gyengén megvilágított egyszerű fehér papírlapot állítani. A kettős hajszál felfüggesztésére többnyire használható lesz azon kötötűnek parafa hengere (*kt* a 7. és 10. ábrában), mely az ernyőhöz van erősítve, melynek valamint a poharat tartó tányérkának könnyen lehet a megfelelő állást adni. Az egyszerű hajszálát pedig külön tartón függesztem fel, melynek csavarlábai egyikét forgatva, maga a hajszál könnyű módon a kellő irányba hozható.

Ezen eljárásnál lehetséges levén a szemet biztos állásában pusztán forgáspontja körül forgatva, gyorsan egymás után váltogatva, majd ama hajszálak felé, majd pedig a mellső tükröbéli irányjelek felé irányítani, az ellenörködés sem hiányzik a szemnek, valamint a hajszálaknak pontos beállítása iránt.

S ezzel be is van végezve a vizsgálat alá vett szemnek szerepe az egyik oldal felőli mérésnél, mely, miután a szem eddigi helyét oda hagyta, következőképen eszköz öltetik.

A szemgyűrű ismét visszafordítatik előbbi oldalára, a parafa-hengerrel kifelé, melyre kettős hajszál függesztetik, távcső segítségével oly irányba állítatván, melyben nyílása közt a mellső tükrö jelvonala, elfedve az oldaltükrö jelvonalanak tükröképét, megjelenik. Azután úgy irányítva a távcsövet az oldalt a tükrök közt beállítva hagyott hajszálak felé, hogy a mellsőbb hajszálak nyílásában épen közbül a hátsóbb egyszerű hajszál legyen látható, maga a szemgyűrű vezetékében annyira tolatik el, hogy a rajta függő kettős hajszálnak, az előbbiekénél tágasabb nyílásában, azok látszassanak helyet foglalni. Ily módon a gyűrűnek kettős hajszála közti keskeny rés azon két merőleges síknak átmetszési vonalába kerül, melyekben előbbi behelyezésekor a szemnek látvonalja egyik és másik irányzatánál állott, következőleg azon merőleges vonalba, mely a szem forgáspontja által előbb elfoglalt úrponton átvonul. Miért is, ha ezután a távcső az oldaltükrö jelvonala felé irányoztatik, úgy hogy ez utóbbi az állásában meghagyott szemgyűrűnek kettős hajszála közti nyílásba esik, és most ismert kezdetleges állásából a mindedig ki nem mozdított mellső *M. T.* tükrö csavarja segítségével annyira tolatik hátra, hogy jelvonalanak tükröképe az oldaltükröben összeesik ennek saját jelvonalaival: a távolság is, melyre a mellső tükrö kezdetleges állásából idáig kitolandó volt, megfelel azon keresett hosszúnak, mely a forgáspontra vonatkozólag, az elméleti részben *of* (6-ik ábra) jelölés alatt fordult elő. S hogy az ott o_1f -fel megjelölt érték is felismeressék, az eddigi eljárás ismétlendő, miután előbb a mellső tükrö kezdetleges állásába visszahelyezettett, az oldaltükrö és a megvilágítandó rés pedig — meghagyatván változatlanul köztük és ezekhez képest a mellső tükrö távolsági viszonya — helyeiken egymással felváltattak. Ezen feladat ugyan többféleképen oldható meg, de felesleges volna valamennyi lehetséges módot taglalni, azért csak a következőt emlittem itt fel.

A távcső a mellső tükrök felé levén akképen irányozva, hogy ezek jelvonala a szemgyűrűnek már előbb helyesen beállított hajszálai közt meglátszik, most a mellső tükrök felsőbbike a rés oldala felé térítettik, annyira, hogy a rés tü-

körképe a távcsőnek épen említett irányába essék. Ily módon ama tükörnek szögelhajlása ezen oldal felé ugyanaz, mi volt előbb a túlsó oldalon. Ezután a réssel ellátott ernyő kivétevént tartójából, ez gyűrűjénél fogva a készülék oszlopán a túlsó oldalra fordíttatik, mire abba az ernyő visszahelyeztetik. Szintúgy az oldaltükör hasábjá a haránt vezetéknek másik vége felől annyira előre tolatik, hogy az oldaltükör jelvonalának tükörképe a most ez oldal felé néző mellső felső tükörképben, ennek jelvonalával a távcsőnek már kijelölt irányában összeesik. Végre még tartójának forgatása által maga a rés is az oldaltükör jelvonala elé helyeztetik, úgy hogy ez amannak tükörképét elfedi, midőn az a résen át szabad szemmel megtekintetik; ezután pedig az ernyőt nyele körül tartójában forgatva, lapját ismét oly ferde irányban rögzítjük, melyben a résen átható fénysugarak a szembe legjobban eljuthatnak. Feltéve, hogy a rés, miként a készülék szerkezete kívánja, épen az ernyő nyelének forgási tengelyvonalába esik, s hogy a nyél a maga tartójában minden oldal felé függélyes iránynyal bír, az ernyőnek ama forgatásakor a rés sem fogja a tükrökhöz viszonyát megváltoztatni. A netalán mégis előforduló eltérés a rés állásában, ezen, az ernyőnek csak kis mértékben igényelt forgatása miatt csak csekély lehetvén, az abból származó eltérés a fénysugarak beesésére nézve a szembe épen elenyészőleg csekély lesz. További feltétel az ernyőnek ily módon beállításánál még az, hogy az oldaltükör jelvonala épen a haránt vezetéknek hosszanti közép síkjába essék, valaminthogy a főoszlopnak középvonala, mely körül az ernyő forog, szintén a fővezetéknek hosszanti közép síkjában álljon, ekkor lehetvén csak az ezen mód szerint új állásába helyezett rés az utóbb nevezett sík oldalán ugyanazon távolságban, mint volt előbbi helyén a túlsó oldalon. De épen, mert könnyen megeshetik, hogy a készülék szerkezete ezen utóbbi két feltételnek teljes pontossággal meg nem felel, azért a rés és oldaltükörnek ezen egyébként legkényelmesebb áttételi módjánál az egymást felcsereelő részek közti viszony is nem csekély mértékben megváltozhatik, a miért is még szigorúbb pontosság kedvéért azon áttételnél a következő — valamivel több időt igénylő eljárást követhetni, melynél a készü-

léknek említett hiányossága befolyással nem lehet. A távcső a kezdetleges állásba visszavezetett mellső tükrök jelvonala felé van irányozva, úgy hogy ez a szemgyűrű kettős hajszála közt meglátszik, míg maga elfedi a még régi helyén hagyott oldaltükör jelvonalanak tükörképét, s most az utóbbi tükörnek áttétele után a túlsó oldalra, helyébe tartója forгатása által az ernyő helyzetetik, úgy hogy most ennek rése tükörképében elfedetik a távcső előbbi irányánál a mellső tükrök jelvonala által. Ezután a mellső tükör lapja egy síkba helyeztetvén az alsóéval, az oldaltükör haránt vezetéke a fővezetékben annyira eltolatik, hogy azon tükör jelvonala a résen át szemlélve, elfedi ez utóbbinak tükörképét s most a távcső az oldaltükör felé irányoztatván, megfigyeljük, mikor fognak, ezen tükörnek megfelelő eltolása folytán haránt vezetékében, egy vonalba összeesni az oldaltükör jelvonala, a mellső tükör jelvonalanak első rendű és a résnek másodrendű tükörképei. Végre még a távcső visszaállítatván előbbi helyére, a mellső tükrök felsőbbikét az oldaltükör felé irányozzuk, míg ennek jelvonala tükörképében a mellső tükrök jelvonala által el nem fedetik.

Az így kezelt készülékekkel eszközölt mérések pontosságát illetőleg tapasztaltam, hogy vigyázatos eljárás mellett a készülék tükreinek ugyanazon beállításánál, tehát ugyanazon oldal felőli mérések ismétlésénél, a szem forgáspontjának fekvésére vonatkozó hosszértékek közti különbség 15 fokot a mérő-csavar forгатásában meg nem halad, vagyis egy foknak fent említett hosszértéke szerint 0,05 millimetert el nem ér. Várható tehát, hogy ha egyazon mérésnek többszöri ismétlésénél nyert adatokból a középérték vétetik, ez a valódi értéket a millimeternek első két tizedeseiben eltalálандja.

Másfelől azonban ezen készülék alkalmazhatása korlátozva van, egyrészt az által, hogy magának az illető egyének kell megvizsgálandó szemét helyesen beállítani és az erre megkivánt ügyességgel nem épen mindenki bír; másrészt pedig azért, mert alig lett volna lehetséges a pontosság veszélyeztetése nélkül a készülék vezetékének oly kiterjedést adni, hogy a tükrök kölcsönös távolsága mindazon határok közt

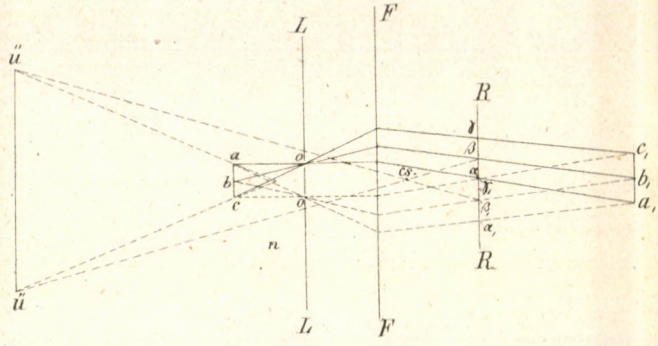
megváltoztatható legyen, melyeket az emberi szemnek vég-határaiban annyira különböző láttávja igényelni fogna azon czélből, hogy a beállítandó szem ugyanazon egy helyéből úgy a mellső tükör jelvonalát, valamint az oldaltükör jelvonalának tükörképét s még a résznek porczhártyai tükörképét is tisztán megláthassa. Készülékem ennél fogva teljesen kielégítő pontossággal oly szemeknél alkalmazható, melyek körülbelül 40 és 16 centimeter közt fekvő láttávokhoz képesek alkalmazkodni; míg az e képességgel nem bíró szemeknél nyert adatok csak megközelítőeknek tekinthetők.

Későbbi alkalomra tartván fenn magamnak a hosszabb vizsgálati sorozatban különféle egyének szemein nyert adatok közlését, melyek a szem forgás- és mellső csomópontjának távolságára a porczhártya felületétől, s ezen távolságoknak a szem egyéb tulajdonságaihoz való viszonyára vonatkoznak, záradékul itt csak példaként jegyzem fel ilyen méréseknek saját szemeimen nyert eredményeit a következő táblában (1. a tulsó lapon):

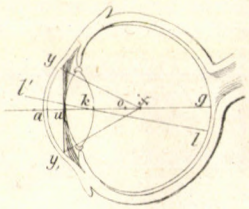


2739-1922 / 23

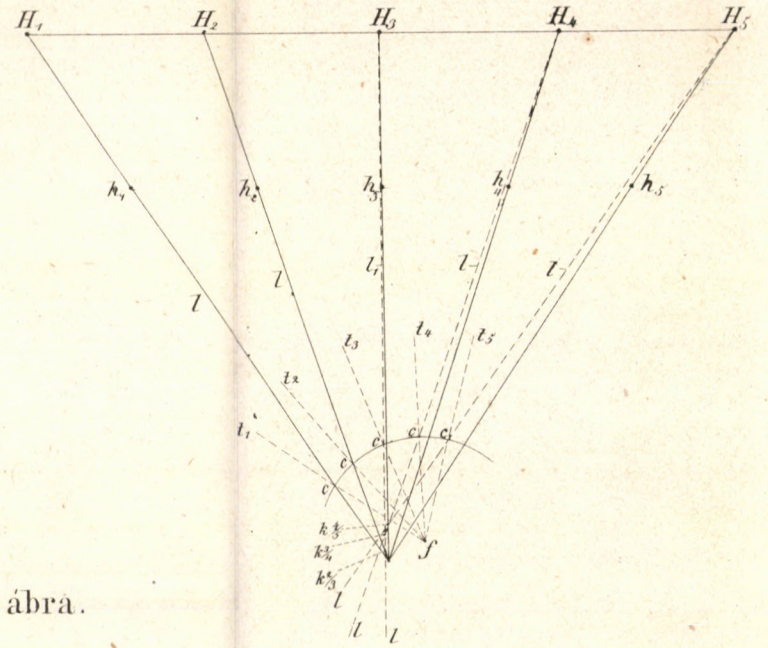
1. ábra.



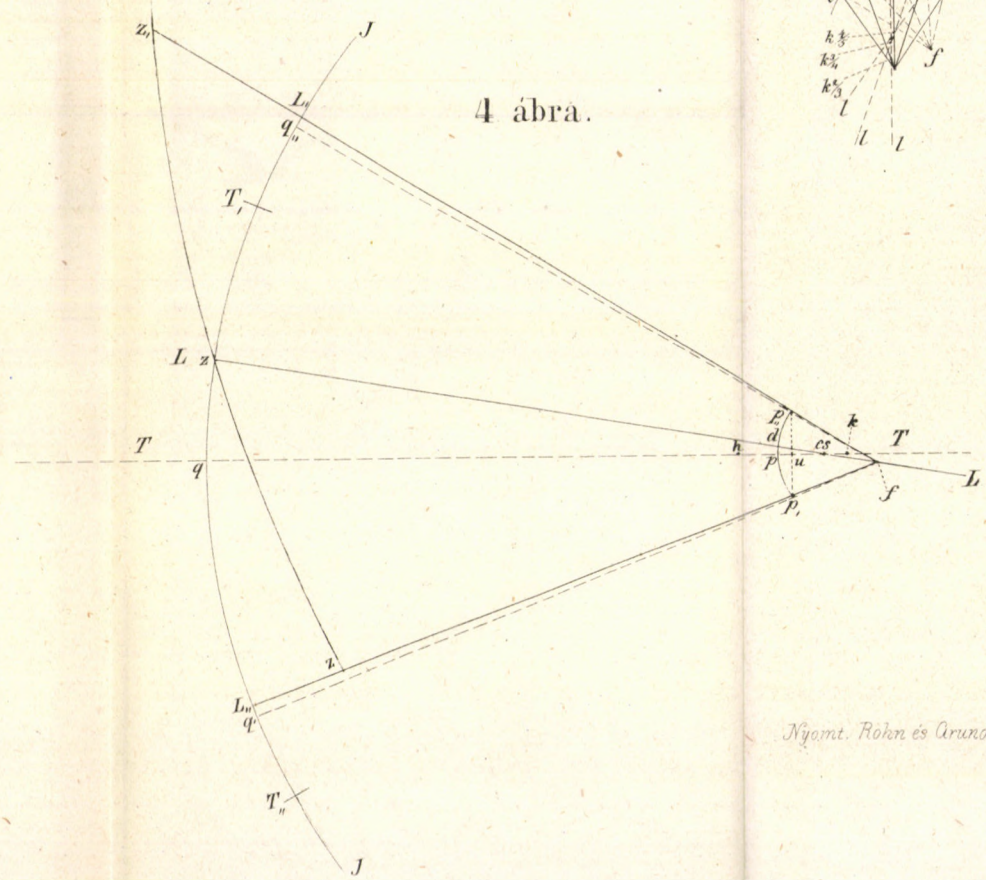
2. ábra.

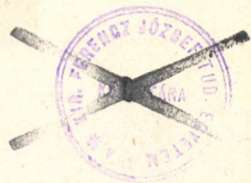


3. ábra.



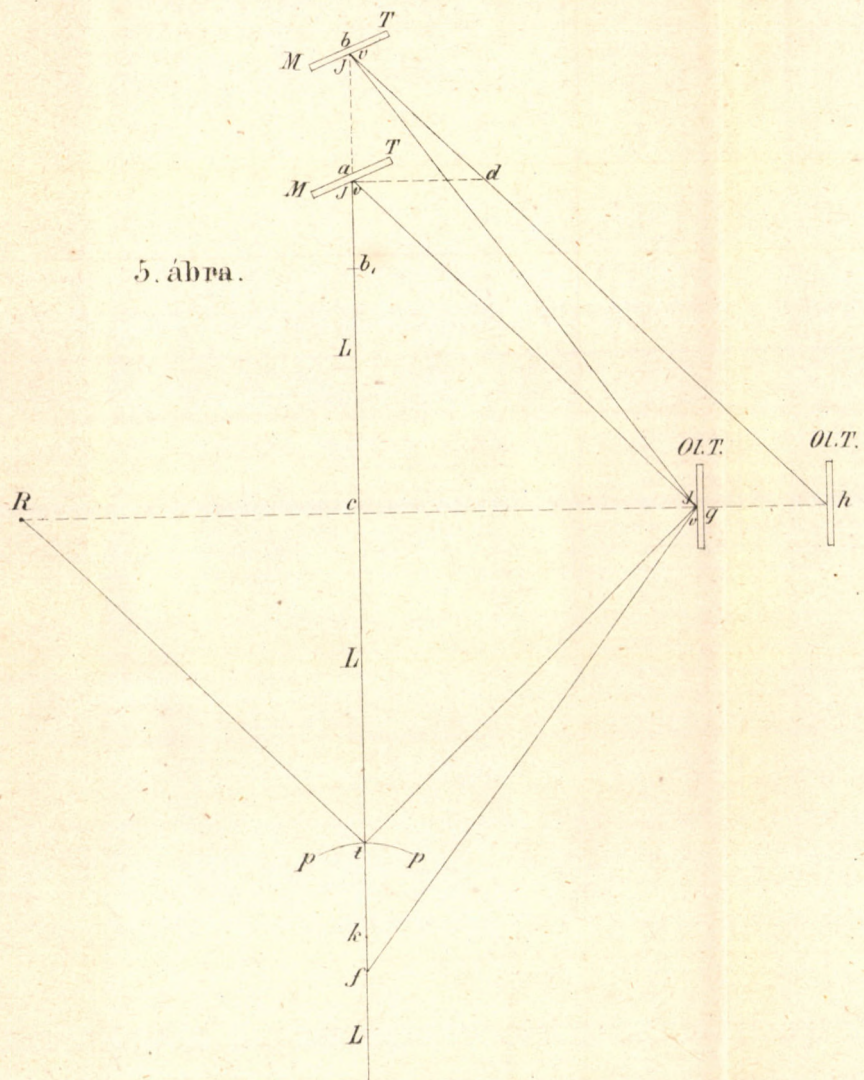
4. ábra.



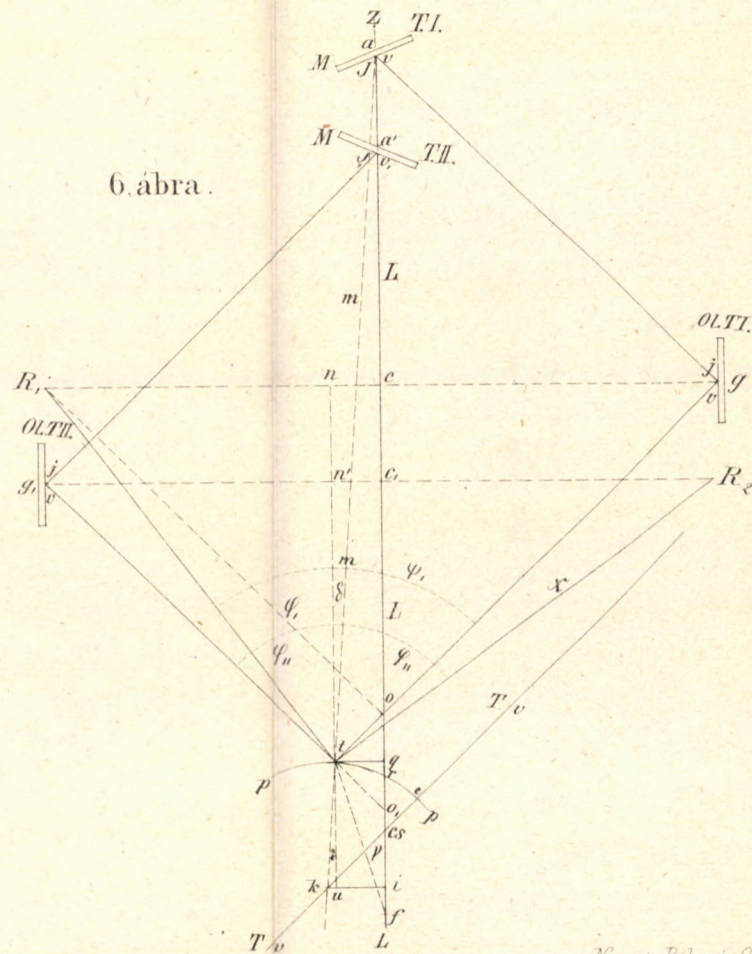


II Jendrassik

5. ábra.



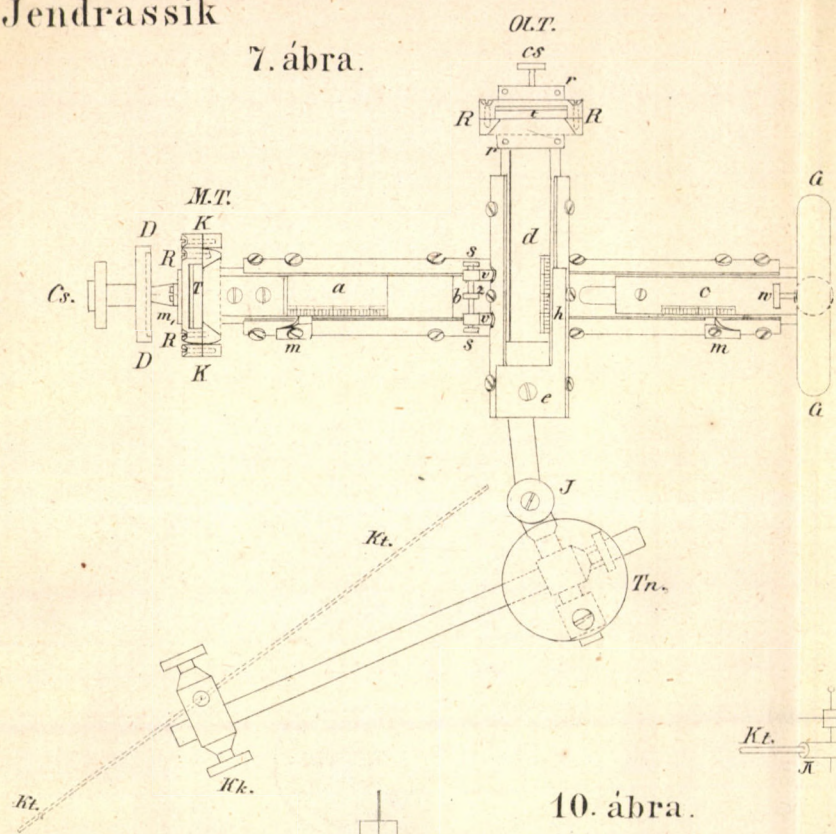
6. ábra.



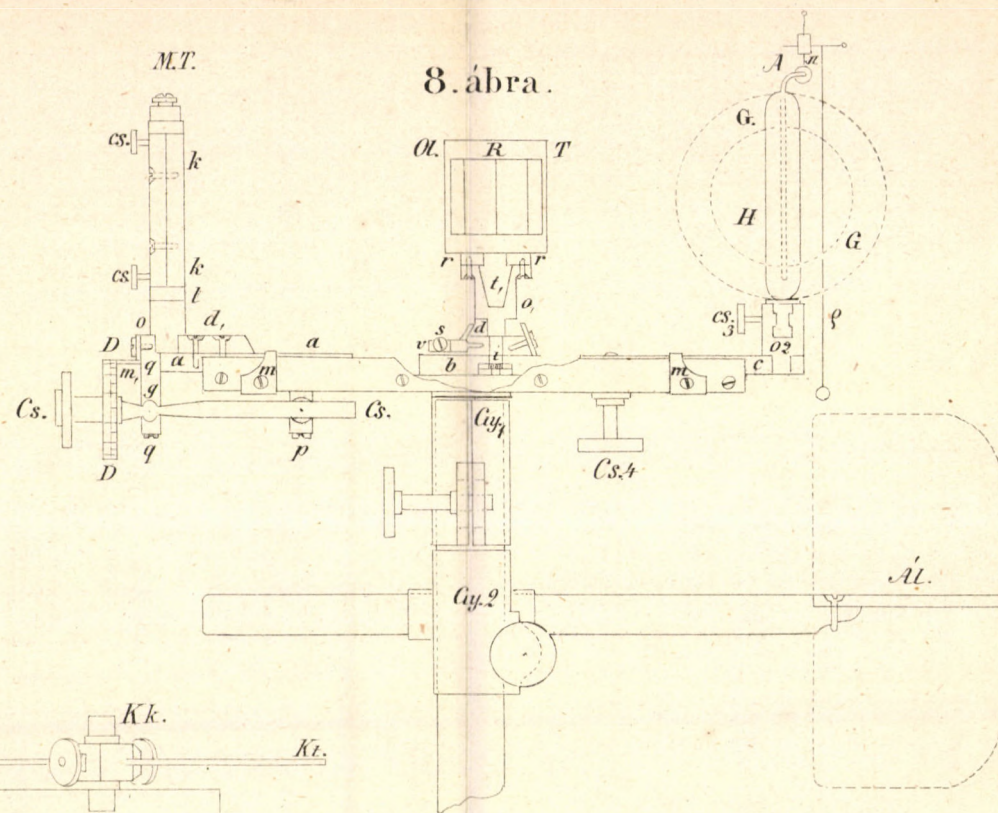


III. Jendrassik

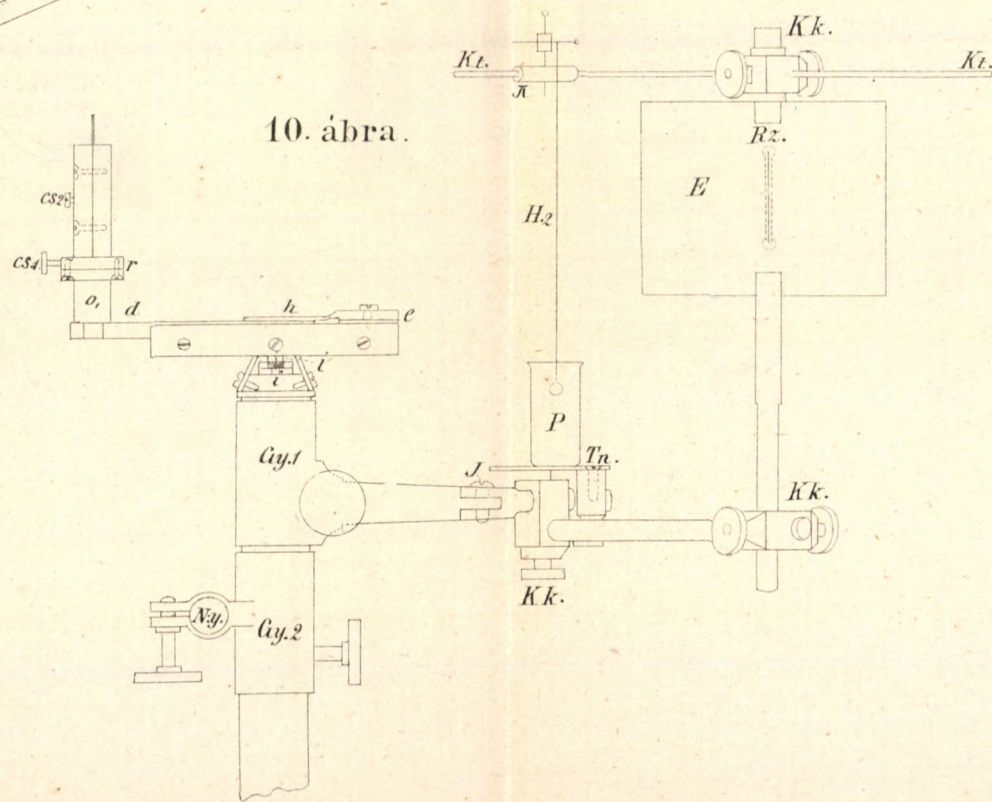
7. ábra.



8. ábra.



10. ábra.



9. ábra.

