# DE' MICROSCOPJ CATADIOTTRICI

# MEMORIA

Del Sig. Professore Giambattista Amici

PRESENTATA DAL SOCIO SIG. PROFESSORE FATTORI

APPROVATA

DAL SIG. PRESIDENTE RUFFINI

*Avuta li 5. Marzo* 1818.

L'utilità di un Microscopio, il quale ad una considerabile forza amplificante unisca una tale disposizione di parti che agevoli il sottoporre a comoda osservazione ogni maniera di corpi, siano essi fluidi, o solidi, trasparenti, od opachi, e ciò senza necessità di troppo dividerli, fu generalmente riconosciuta da tutti coloro che lungamente esercitaronsi nella difficil arte di esplorare la natura, e studiarono i mezzi onde spiarla nel suo impiccolimento.

Egli è perciò che i più rinomati Artisti, ed i più celebri Geometri occupandosi di questa parte dell'Ottica, o col mezzo di ripetuti esperimenti, o col soccorso di sublimi speculazioni diressero principalmente i loro sforzi a quest' importante scopo di costruire un istrumento che oltre il possedere forte ingrandimento, chiarezza, e distinzione, fosse anche di un uso facile, ed universale.

La famosa scoperta dell' acromatismo fu certamente uno de' più grandi passi verso la desiderata perfezione, e si sono immaginate varie forme di Microscopj composti, che più, o meno corrispondono all' uopo.

Se però insigni Matematici, ed abilissimi Artisti hanno ridotto quest' istrumento al maggior grado di bontà a cui

potesse arrivare, usando il principio della rifrazione; le loro profonde ricerche, ed esperienze non si sono molto estese su i Microscopj a riflessione suscettibili di ulteriore miglioramento.

Composti di quest' ultima sorte, per quanto io sappia, non si conoscono, che i tre di forma diversa ideati successivamente da Newton, da Smith, e da Barker, i quali sono ben lungi dal presentarci que' vantaggi, e quelle comodità, che si richiedono, quantunque in alcune particolari circostanze, e nella contemplazione di una data specie di oggetti, non manchino di porgerci soddisfacenti risultati.

Ed in vero chi ha qualche tintura di Ottica sa che gli specchi concavi di metallo formano una assai meglio distinta immagine di quella che le lenti producono, e possono quindi ricevere maggior apertura, la quale raccogliendo un più esteso fascio di luce rende più chiari gli oggetti osservati, e dà luogo ad aumentare la forza d' ingrandimento. Ma se si combini uno di questi specchi obbiettivi con un oculare semplice come fu proposto dal Newton, osta alla comodità la circostanza di trovarsi l' oggetto collocato tra l' occhio, e lo specchio: non possonsi quì vedere che corpicciuoli isolati, ed è impedito d' illuminarli convenientemente, se per accrescere forza all' istrumento si voglia di molto diminuire il raggio di curvatura della superficie metallica dell'obbiettivo. Quest' inconveniente limita nella pratica que' vantaggi che si riconoscono nella teorìa della riflessione, ed è perciò che da tale combinazione non si è ottenuto quel buon successo che l' immortale inventore ne sperava.

Se ci facciamo a considerare il Microscopio Catadiottrico descritto da Smith nell' eccellente suo corso di Ottica, questo non andrà esente dalla taccia di non servire che per piccolissimi oggetti trasparenti, e tali da potersi collocare sopra la punta di un ago, o fra mezzo due finissime tanagliette. E sebbene la costruzione, e disposizione de' due specchi forati l' uno concavo, e l' altro convesso, sia maestrevolmente

fatta, onde togliere l'aberrazione di sfericità, e permettere un considerabile ingrandimento, pure per la ristrettezza dell' uso è stato posposto ai Microscopj diottrici di minor forza.

L'invenzione del Sig. Barker (*Encyclopedie Méthodique Mathématique*) sarebbe per verità molto interessante, e formerebbe il più pregevole istrumento, se alla applicazione universale che se ne può fare si associasse ancora una forte amplificazione.

È inutile che l'oggetto sia collocato, come vuole l'Autore, nove pollici, ed anche ventiquattro pollici al di là dell' imboccatura del telescopio Gregoriano, che quì fa l'effetto di Microscopio, se il diametro del maggiore specchio per le leggi dell'Ottica non si può accrescere in proporzione della maggior distanza del corpo che si vuole osservare. Il guadagno che si ha di meglio illuminare l'oggetto che più si allontana dall' istrumento, non compensa in vero entro certi limiti la perdita di luce, la quale dipende dalla maggior ristrettezza che conviene dare all' obbiettivo in confronto della sua accresciuta lunghezza focale: un oggetto che venga osservato distintamente alla distanza di 10. pollici da un obbiettivo largo due pollici, se vogliasi trasportare alla distanza di 20. pollici converrebbe allargare del doppio, ossia ridurre a quattro pollici l'apertura dello specchio concavo per vederlo colla stessa chiarezza di prima sotto il medesimo ingrandimento. Ed è appunto questo proporzionato accrescimento di diametro che ci viene negato di adoperare per l'aberrazione insopportabile di luce che ne deriverebbe.

Inoltre il numero delle volte che l'oggetto si vede ingrandito di più di quello che si vedrebbe ad occhio disarmato, non viene espresso dall'ingrandimento del telescopio Gregoriano allungato per la distinta visione del detto oggetto, ma è rappresentato dal quoto che risulta dal dividere il potere amplificativo del telescopio per il numero delle volte, che la distanza dell' oggetto all'occhio contiene la minore distanza alla quale l'osservatore può distintamente vedere senza istrumento, la quale ultima distanza comunemente viene

valutata otto pollici. Così se un telescopio Gregoriano usato come Microscopio mostra un oggetto, distante dall'occhio pollici 24, trenta volte più grande di quello che si scopra colla semplice vista, l'ingrandimenro reale valutabile non sarà che dieci volte, quoziente di 30. diviso per $\frac{24}{8}$.

Or ben si vede che maggior vantaggio ne risulterebbe dall'impiegare la costruzione di Cassegrain piuttosto che la Gregoriana adottata da Barker, poichè lo specchietto convesso scema in parte l'aberrazione del grande concavo: e trovandosi più vicino a questo circa il doppio della sua distanza focale, intercetta tanta minor parte di luce diretta verso l'obbiettivo, di modochè l'oggetto può essere maggiormente approssimato all'istrumento alla distanza anche di soli tre, o quattro pollici dall'imboccatura, senza perdere il pregio d'illuminare a piacimento l'oggetto stesso, ma guadagnando rispetto all'ingrandimento.

Questo miglioramento però non è tutto ciò che ci può offrire il principio della riflessione. Io ho avuto occasione di riconoscere in pratica la superiorità che hanno i riflettori astronomici sopra i rifrattori. In quelli la distinzione, e l'ingrandimento sono sorprendenti; imperocchè con esatte, e determinate configurazioni degli specchi si toglie tutta l'aberrazione della luce, ma in questi sebbene venga eliminata l'aberrazione di sfericità, l'altra di rifrangibilità vi rimane in gran parte prodotta dalla disugguaglianza della distribuzione de' colori negli spettri formati da differenti mezzi dispersivi, come il celebre Boscowich dimostrò mediante una serie di esperienze (*Boscowich opere Bassano*).

Ora ella è appunto questa decisa superiorità de' telescopj a riflessione che da qualche tempo fece in me nascere il desiderio d'indagare se ella procurar si potesse ancora ai Microscopj catadiottrici che fin ora han dovuto cederla a quelli di diottrica costruzione.

Un' idea che mi si presentò occupandomi di questa ri-

cerca sì fu che da un telescopio di qualsivoglia forma derivar se ne può un Microscopio col solo rovesciamento, cioè, mettendo l'oggetto ove si collocherebbe l'occhio, e trasportando l'oculare nel luogo che avrebbe occupato l'oggetto.

Questo mio pensiero, che in appresso si vedrà meglio sviluppato, diede origine alla costruzione di un nuovo Microscopio pel quale l'Istituto italiano delle Scienze volle onorarmi col premio di una Medaglia d'oro, riconoscendo *nell' istrumento il vantaggio del massimo ingrandimento, e la comodità di osservare l'oggetto senza dividerlo, e di illuminarlo secondo la varia indole de' corpi quali diafani, quali opachi.*

Il buon accoglimento che il mio primo saggio potè ottenere presso una tanto celebre unione di dotti era di per se solo un sufficiente stimolo per darmi sin d'allora coraggio a pubblicarne la descrizione. Ma a questa ragione un' altra in oggi pur se ne aggiunge, ed è che al presente il mio istrumento per nuove modificazioni suggeritemi da ripetute esperienze ha acquistato un considerabile miglioramento, e supera sì nella forza che nel comodo il mio primo lavoro.

Io mi accingo dunque a fare conoscere le parti principali che costituiscono il nuovo ordigno, marcandone anche le dimensioni per comodo di quegli Artisti che volessero intraprenderne la costruzione con quelle stesse misure da me più comunemente adottate.

AB è un tubo di ottone della lunghezza di dodici pollici inglesi il quale forma il corpo del Microscopio che rimane sempre orizzontale. Nella estremità A vi è uno specchio concavo di metallo, l'asse del quale coincide perfettamente coll' asse del tubo; la curvatura di questo specchio è ellittica ed i suoi fuochi si trovano uno alla distanza di due pollici e $\frac{6}{10}$, l'altro a dodici pollici dal centro del medesimo.

Il gambo C interno sostiene un piccolo specchio piano di figura ovale formato dalla sezione obbliqua di un cilindretto di metallo del diametro di $\frac{5}{10}$ di pollice.

Il centro della superficie pulita del medesimo giace nell'asse dello specchio concavo distante dal centro di questo un pollice, e $\frac{5}{10}$. Lo specchio piano è collocato in modo che ricevendo i raggi emessi dall'oggetto O, i quali passano attraverso un piccolo foro D praticato sulla parete del tubo, li riflette contro lo specchio concavo. E siccome l'oggetto O mediante il Rocchetto R può essere portato nel fuoco più vicino al detto specchio concavo, vale a dire distante dal centro dello specchio piano pollici 1. $\frac{1}{10}$, i raggi sono resi convergenti verso B nel fuoco più lontano ove formano l'immagine dell'oggetto che si osserva mediante diversi oculari applicabili all'estremità del tubo in B.

Il diametro interno del tubo che limita l'apertura del grande specchio essendo un pollice ed $\frac{1}{10}$, e la grossezza della lastra d'ottone circa un ventesimo di pollice, l'oggetto si trova lontano dal tubo un mezzo pollice, e però in luogo da essere illuminato a piacimento, e da qualunque parte. Si possono dunque osservare i corpi illuminandoli al dissotto mediante uno specchio S, oppure per riflessione obbliqua al disopra profittando della luce diretta di una finestra, o raccogliendola da un lume con una lente applicabile al port' oggetto come si vede in L, ed anche meglio col mezzo di uno specchio concavo forato F, che s'introduce col suo gambo nella cavità E.

Il grande specchio illuminatorio S è concavo, ed ha un diametro di tre pollici crescenti, mentre la sua distanza focale non arriva a pollici 2, 5. — Questo col bottone Q si può alzare, ed abbassare a piacimento onde illuminare più o meno gli oggetti.

Anche lo specchietto cavo superiore si accosta agli oggetti, o se ne allontana mediante la vite V, cosicchè dal movimento combinato di questi due specchi illuminatorj a volontà si regola l'intensità, e la direzione della luce, dalla migliore

distribuzione della quale dipende principalmente il maggior effetto dell' istrumento.

Io ho adottate le misure precedentemente descritte per le diverse parti del Microscopio, poichè mi è sembrato che l' istrumento acquisti una forma comoda, e sia anche conciliata una grande forza amplificativa con una discreta distanza dell' oggetto dal corpo del Microscopio. Questa distanza, che come si è veduto, risulta di mezzo pollice, basta per potere illuminare il corpo con quel grado di luce che conviene alla natura del medesimo, e non obbliga di dovere separare le parti dal tutto; inconveniente che si farebbe principalmente sentire trattandosi di particolari osservazioni sui viventi.

Nei Microscopj diottrici composti l' obbiettivo del fuoco di circa linee 6 del piede di Parigi, preso ad esempio da diversi Scrittori di ottica, riunisce le migliori qualità tranne alcune circostanze particolari, nelle quali rinunziando al modo d'illuminazione si desidera piuttosto un maggior ingrandimento.

L' oggetto da osservarsi con questi obbiettivi si trova adunque circa alla stessa distanza rispetto al soprastante tubo del Microscopio diottrico, che rispetto al tubo del mio Catottrico, egli è quindi naturale il paragone di questi due strumenti.

Ho avuto occasione di fare il confronto pratico con molti Microscopj composti costruiti dai rinomati Adams. e Dollond.

Lo stesso oggetto in parità di circostanze osservato successivamente nei diversi istrumenti, si è trovato sempre meno distinto, e men chiaro nei diottrici, e l' ingrandimento del catottrico si è rinvenuto tanto maggiore da rimanere anche d' assai superiore a quello prodotto da un oggettivo di vetro del fuoco di una sola linea.

Non mi è mai avvenuto però di poter paragonarlo con Microscopj di Dellabarre pei quali un Otticista francese osa sfidare tutte le lavorazioni d' Inghilterra, e nemmeno mi sono incontrato in Microscopj fabbricati nel celebre Istituto ottico di Benedictbeurn presso Monaco. Per altro dalle note degl' istrumenti fatte da Utzschneider, e Fraunhofer vedo, che

il gran microscopio valutato Franchi 1140. non ingrandisce gli oggetti oltre le 22500. volte in superficie, amplificazione che stà molto al di sotto di quella che si ottiene da' miei Catottrici, nei quali giunge ad un milione.

Ma per togliere ogni dubbio che la mancanza di confronto immediato con questi ultimi istrumenti potesse lasciare, mi è sembrato necessario il calcolare piuttosto gli effetti de' migliori Microscopj diottrici, deducendoli dalle più accreditate teorie della rifrazione, le quali senza fallo promettono più di quello che un eccellente artista possa eseguire in pratica.

Per tale fine comincio dal prendere ad esame il migliore obbiettivo acromatico, che risulta dalle formole date da Duval le Roy (*Supplement à l'Optique de Smith Brest.* 1785. *pag.* 63.) Quì se la distanza focale si fa di 6 linee, la maggiore apertura che esso può sopportare secondo quelle formole riesce 0, 1425. pollici, ossia $\frac{2850}{10000}$ della sua lunghezza: nel mio obbiettivo metallico adunque si raccoglie una luce circa duppla, per essere l' apertura sua $\frac{11}{26} = 0,4231$. della rispettiva lunghezza focale. Ma malgrado quest' aumento di luce per giudicare della maggior, o minore chiarezza colla quale verranno osservati gli oggetti nei due diversi istrumenti, è d'uopo aver riguardo a due cose, cioè alla luce intercettata dallo specchietto, ed al rapporto delle perdite de' raggi nella rifrazione, e nella riflessione.

Essendo 0, 5, pollici il diametro dello specchietto piano, questo rende l'obbiettivo inoperante per uno spazio circolare del diametro di 0, 572. pollici. Onde la luce che il medesimo fa mancare all' immagine, comprendendovi anche l'intercetta dal sottile sostegno dello specchietto non sorpassa $\frac{36}{121}$, ossia 0, 2975. di tutta quella che l'obbiettivo abbraccia; quindi di questa quantità che va dispersa conviene diminuire la totale luce raccolta dallo specchio concavo.

Per valutare poi la differenza delle perdite di luce pel passaggio attraverso i vetri, e per la ripercussione nei metalli, ricorro ad un esperimento di Nevil Maskeline ( *Nautical Almanac* 1787. )

Confrontando egli un Cannocchiale acromatico a triplo obbiettivo, con un telescopio catottrico costruito da Edward nel quale la lega degli specchj è formata di 32. parti di rame, 15. stagno, 1. Arsenico, 1. Argento, 1. Ottone, trovò che a pari ingrandimento, ed a pari apertura il Telescopio catottrico mostrava gli oggetti chiari egualmente come il diottrico.

La composizione metallica della quale mi servo non porta in vero le proporzioni sunnotate, ma non è a quella certamente inferiore; da ciò adunque si deduce che i raggi perduti nell' attraversare il triplo obbiettivo microscopico, sono tanti quanti i dispersi dalle superficie riflettenti. Laonde la quantità di luce che arriva all' occhio per mezzo l'obbiettivo di vetro, starà a quella che vi giugne per l' obbiettivo di metallo come

$0,\overline{285}^2 : 0,\overline{4231}^2 - 0,2975 \times 0,\overline{4231}^2$, ossia come 81225:125757, che è quanto dire il mio istrumento mostrerà gli oggetti in parità di circostanze chiari più di una metà di quello che si vedranno col migliore obbiettivo microscopico a lenti, che la teoria ci somministra.

Niuno negherà che il famoso obbiettivo da Telescopio di Dollond di 42. pollici di lunghezza, e pollici 3, 75. d' apertura non sia un capo d' opera dell' arte.

Or quì si possono determinare anche gli effetti comparativi della chiarezza che può produrre un triplo obbiettivo microscopico lavorato con altrettanta perfezione quanto è quella dell' indicato istrumento di Dollond.

Il principio di tale determinazione è che qualunque obbiettivo da Telescopio in cui siano distrutte le differenti aberrazioni può diventare un buon obbiettivo da Microscopio coll' invertere l' ordine delle Lenti.

D' altronde si sa che nei Telescopj acromatici, un oggetto

sembra egualmente brillante, e distinto, allorchè le aperture, e per conseguenza le amplificazioni lineari sono fra loro, come le radici quarte dei cubi delle loro lunghezze. (*Pezenas Trad. di Smith. Avignon*) Chiamando perciò A l' apertura della Lente composta di 6. linee di fuoco si avrà

$$\sqrt[4]{\overline{42}^3} : \sqrt[4]{\overline{0,5}^3} :: 3,75 : A.$$

d' onde si ricava A = 0, 13515 di pollice, quantità che è $\frac{2703}{10000}$ della lunghezza focale.

Per le osservazioni precedenti starà dunque lo splendore dell' oggetto nel Microscopio diottrico allo splendore dell' oggetto nel catottrico come

$$\overline{0,2703}^2 : \overline{0,4231}^2 - 0,2975 \times \overline{0,4231}^2 :: 73 : 126.$$

Finalmente si prendano a considerare i Microscopj a 5. Lenti dello stesso vetro costruiti secondo la teoria di Eulero (*Eulero Diottrica Tom. III.*)

Il diametro dell' apertura della prima Lente verso l' oggetto, e che determina la quantità di luce che può arrivare all' occhio, è calcolato $\frac{0,290}{\sqrt[3]{m}}$ dove $m$ indica l' ingrandimento. Supponendo quindi $m = 500$, l' apertura riesce $= 0,0364$, la quale è 0, 0873 della distanza $\frac{5}{12}$ pollici dell' oggetto al medesimo obbiettivo: onde la chiarezza in questo alla chiarezza del mio stà come

$$\overline{0,0873}^2 : \overline{0,4231}^2 - 0,2975 \times \overline{0,4231}^2 :: 8 : 126.$$

prossimamente.

Il rapporto delle chiarezze che i precedenti istrumenti hanno con il catottrico è appoggiato al nominato esperimento di Maskeline sulla eguaglianza di perdita di luce nei tripli obbiettivi, come nei due specchj metallici.

Ma se si vogliono adottare i risultamenti delle esperienze fatte da Herschel (*Philosophical. Trans.* 1800. *p.* 64.) su questo proposito, scemerebbe d' avantaggio la luce che si è supposta appartenere al mio Microscopio.

Herschel usando il metodo proposto da Bouguer trovò che di 100000 raggi incidenti in uno specchio metallico piano, soli 67262 erano riflettuti, così che nella doppia riflessione i raggi tramandati erano 45242. Osservò poi che di 100000 raggi incidenti in un vetro di discreta grossezza, ne erano trasmessi 94825 per cui adoprando due Lenti 89918 raggi arriveranno all' occhio, e ne giungeranno soli 85265 dovendo passare per tre Lenti.

Confessa egli però che rimane una considerabile incertezza nelle quantità quì assegnate, mentre uno specchio recentemente pulito darà più luce di un altro, e le qualità del metallo produrranno ancora qualche differenza.

Delli due esperimenti di Maskeline, e di Herschel non saprei a quale dare la preferenza nelle applicazioni che ne ho fatto, poichè nè l' uno, nè l' altro è stato da me nello stesso modo, e direttamente ripetuto.

Ho fatto menzione degli esperimenti dell' ultimo celebre autore, affinchè non si creda ch' io voglia di troppo esaltare le buone qualità del mio istrumento.

Per altro posso dire senza tema di esagerazione che nel mio Microscopio si può accumulare tanta luce sopra l'oggetto da vederlo con molta chiarezza tanto per riflessione, come per trasparenza, spingendo l' ingrandimento lineare anche oltre le mille volte, al qual potere nei corpi opachi, se non m' inganno, niun' istrumento diottrico è mai arrivato.

Se si vuol poi confrontare la distinzione colla quale si vedono gli oggetti nei differenti Microscopj, si riconoscerà facilmente ch' essa è perfetta nel catottrico, quando gli specchj portano un'esattissima configurazione, mentre al contrario nei diottrici per quanto giuste s' immaginino le curvature de' vetri, essa rimane sempre alterata dall' aberrazione residua di rifrangibilità, la quale limita per conseguenza l' ingrandimento, che d' altronde nella riflessione non cessa che per la mancanza di sufficiente chiarore.

Nel paragone della distinzione non si tiene conto dell'

aberrazione dell' oculare. Quest' aberrazione quantunque più grande nel catottrico ella è però insensibile, poichè l'angolo del cono luminoso che forma l'immagine ascende a soli gradi 5, ed un quarto, e può paragonarsi a quella degli oculari de' telescopj Newtoniani di 8, 8 pollici d' apertura, ed 8 piedi di fuoco che mostrano colla massima precisione le più ristrette, e deboli Stelle doppie.

Da tutto quello che si è detto precedentemente, se non prendo abbaglio, sembrami poter conchiudere che dalla nuova costruzione risultano i seguenti vantaggi.

1.° L' osservatore guardando orizzontalmente si trova in posizione più comoda che guardando dall' alto al basso, come accade negli altri Microscopj composti diottrici.

2.° I diversi ingrandimenti si ottengono col variare soltanto le lenti oculari, per cui un' oggetto si può far passare con somma prestezza per tutti i gradi di amplificazione conservandolo sempre nel campo di visione, locchè non si può ottenere con quegl' istrumenti nei quali è necessario di cambiare le Lenti oggettive; onde, oltre la perdita di tempo, rare volte si riesce a trovare il medesimo oggetto che da prima era in vista.

3.° Nel nuovo Microscopio l' oggetto conservandosi costantemente distante un mezzo pollice dalla parete del tubo, si possono osservare i corpi immersi in un fluido quasi sino alla profondità dell' indicata distanza. Gli altri Microscopj sono inservibili per questo caso, se si richiedono i maggiori ingrandimenti, poichè per la brevità del fuoco delle Lenti obbiettive che converrebbe usare, il fluido toccherebbe le Lenti stesse.

4.° Gli oggetti possono essere illuminati per qualunque verso, e con un' intensità di luce molto forte, e ben distribuita anche con una Lucerna, imperocchè la fiamma può approssimarsi convenientemente allo specchio illuminatorio, e situarsi, senza incomodo dell'osservatore, in vicinanza dell'asse dello specchio medesimo. Negli altri istrumenti finora inventati,

trattandosi delle massime amplificazioni, non è permesso di vedere i corpi che per trasparenza.

5.° Gli specchj metallici non producendo colori formano le immagini colle stesse tinte degli oggetti stessi, e non sono alterate nè anche dall' oculare se vengono osservate nel centro del campo di vista, o se si faccia l' oculare composto.

6.° L'apertura dello specchio concavo essendo molto grande in confronto della sua lunghezza focale, ci somministra maggior chiarezza.

7.° La distinzione dell' immagine per riflessione è maggiore di quella per rifrazione; quindi più grande è la facoltà d' ingrandire.

A questo mio Microscopio ho aggiunto anche un apparecchio per disegnare, e misurare gli oggetti ingranditi. Con ciò esso riunisce in se solo tutte quelle qualità che si riscontrano soltanto separate negli strumenti che fin ad ora sono stati immaginati.

Nel Microscopio solare destinato tanto per gli oggetti trasparenti, come per gli opachi, si apprezza molto la facoltà di poter osservare comodamente, ed anche disegnare in grande gli oggetti, ma si biasima la poca distinzione per cui ne derivano tante ottiche illusioni che abbagliano anche i più versati nell' ottica.

Il Microscopio lucernale di Adams ci permette di eseguire facilmente la copia de' corpi che si osservano, ma si accusa di poca chiarezza anzi di niun uso per questa parte, quando si desiderano de' forti ingrandimenti.

Queste amplificazioni ragguardevoli si possono procurare con semplici lenti, o globetti, ed il Padre della Torre è giunto a fabbricarne di tanto piccoli da non oltrepassare il fuoco di un mezzo punto del piede di Parigi; ma se si ascolta il rapporto di Baker (*Philosophical Trans.* 1766.) che fu incaricato di esaminare quelli che la Reale Società di Londra ricevette in dono, si rileva ch' Egli non potè far buon uso ne-

meno del più grande, la cui forza amplificativa era valutata solo seicento volte circa.

Infatti la somma brevità del fuoco de' piccoli globetti impedisce di poter vedere gli oggetti opachi, ed anche i trasparenti di qualche grossezza, specialmente se sono immersi in un fluido.

Ora nel mio Microscopio corredato del macchinamento che vado ad esporre si possono ingrandire gli oggetti di qualunque specie fino ad un millione in superficie; facilmente si possono disegnare sotto quella amplificazione che più piace, e si misura la loro estensione reale con tutta quella precisione che si richiede nelle ricerche più delicate.

L' ordigno aggiunto, di cui intendo parlare è una specie di camera lucida da me immaginata composta di uno specchio piano di figura rettangola avente nel mezzo una fessura longitudinale larga meno del diametro della pupilla, al quale sovrasta ad una discreta distanza un prisma di vetro isoscele rettangolo, come si vede nella figura III ove ABC rappresenta lo specchio, XY la fessura, ed FHIL il prisma.

Col mezzo del Cavalletto Q collocando contro l' oculare M del Microscopio il rovescio dello specchio forato, e rivolgendo in basso il prisma che vi stà unito, si può per la fessura osservare l' oggetto ingrandito nel mentre che con la porzione di pupilla la quale circonda la fessura si vede projettata nel campo dell' oculare la mano dell' osservatore sottoposta all' oculare medesimo: onde facendo che la punta di un lapis mostri percorrere i contorni dell' oggetto se ne marca la copia esatta in una carta stesa sopra la tavola su cui poggia il Microscopio; ed è facile il vedere che questa copia varia di grandezza col variare la distanza dell' oculare alla tavola, e col cambiar l' oculare in altri di diverso fuoco.

Può sembrare a taluno che vedendosi la mano come trasportata entro il tubo del Microscopio orizzontale, mentre in realtà ella poggia sulla tavola, non sia possibile di eseguire un disegno con facilità, e precisione.

Questa difficoltà però viene tolta se si considera che i movimenti dell' immagine della mano entro il tubo si fanno nella stessa direzione de' movimenti della mano che deve copiare.

Per conoscere poi la grandezza vera di tutte le parti di un oggetto microscopico si sceglie uno degli oculari più deboli, nel cui campo si comprenda l'intervallo ingrandito, per esempio, di una linea del piede di Londra segnata con finissimo diamante in un Cristallo collocato sul Porta-oggetti.

Quindi servendosi dell' ordigno da copiare si marcano nella carta sottoposta le estremità della detta linea amplificata, ed ecco la scala che serve di misura a tutti gli oggetti disegnati con quest' apparecchio; poichè egli è evidente che il rapporto della distanza di due punti distinti della copia colla suddetta scala è il medesimo che passa fra la distanza de' punti corrispondenti dell' originale, e la linea del piede di Londra.

Volendosi cambiare l' oculare dolce in un più acuto, e tale che l' estensione del campo suo non possa abbracciare l' intera linea segnata nel cristallo, si otterrà con molta precisione nella seguente maniera la scala che corrisponde al maggior ingrandimento.

Con l' oculare che ci ha somministrato la prima scala, si osservi il diametro di un qualunque oggetto il quale possa vedersi per intero anche quando si usa la lente di fuoco più corto: marcando sulla carta la projezione di questo diametro, e confrontandola con la projezione dell' intera linea del piede inglese, si conoscerà a qual parte della medesima linea corrisponda detto diametro, e perciò sarà nota la di lui grandezza.

Se ora s' impiega l' oculare acuto, e con questo si faccia la projezione dello stesso oggetto, la lunghezza sua servirà di scala ai disegni eseguiti sotto questa maggiore amplificazione, com'è agevole il concepirlo: nella stessa guisa si può passare alla determinazione delle scale appartenenti ad altri oculari che amplificano ancora d' avvantaggio.

Conosciute una volta le scale corrispondenti a tutti gli oculari, elleno serviranno sempre per dedurne la grandezza reale degli oggetti, purchè le projezioni di questi vengano fatte alla medesima distanza, che è quanto dire che l'altezza dell' oculare sopra la tavola rimanga costantemente la stessa.

Chi non vuole perdere tempo a fare le projezioni de' diametri degli oggetti che intende di misurare, ottiene l' intento eseguendo un reticolato sopra un cartoncino, il quale si poggia nella tavola in modo che corrisponda sotto l' oculare del Microscopio armato dell' ordigno da copiare.

Questo reticolato sembrerà allora coprire l' oggetto microscopico, di modo che dal numero delle parti occupate della rete, e dal valore di esse parti previamente determinato, si conoscerà subito la grandezza dell' oggetto che si desidera.

Egli è bene di formare la rete con linee bianche tirate sopra un fondo nero, imperocchè questo fondo nero lascia veder meglio gli oggetti nel Microscopio.

Così ancora è più facile disegnare sopra una carta oscura col lapis bianco, che sopra una carta bianca col lapis nero.

Io so che M.r Bate in Inghilterra fino dal 1809 progettò l' applicazione della Camera lucida di Wollaston al solo fine di facilitare il disegno di un oggetto ingrandito ( *Bibl. Britannique Janvier* 1810. ) Questa camera lucida però non si potrebbe applicare con vantaggio al mio Microscopio nel quale mi servo di oculari di cortissimo fuoco. Per l' interposizione della camera lucida di Wollaston, l' occhio resterebbe situato ad una maggior distanza dall' oculare che non è la di lui lunghezza focale, onde il campo di vista verrebbe interrotto dall' alto al basso perchè gli assi ottici, i quali appartengono all' estremità dell' immagine, per la loro acquistata divergenza non possono più essere compresi dalla pupilla bipartita dallo spigolo superiore del prisma.

D' altronde il difetto dell' alternata apparizione, e perdita della punta del lapis è alquanto diminuito dalla mia costruzione.

Quando gli oculari sono di lungo fuoco, e che vi è eccesso di luce nell'oggetto microscopico, la più semplice macchina da copiarli sarebbe un pezzo di grosso cristallo a faccie paralelle che per la sua attitudine a riflettere mostrerebbe l'oggetto, e per la sua trasparenza lascierebbe vedere la mano.

Dalla descrizione che ho fatta del nuovo Microscopio, si concepirà facilmente ch'egli altro non è che il Telescopio Newtoniano rovesciato. Nell' uno i raggi che partono dall' oggetto incontrano prima lo specchio concavo, e poscia passano al piano che li piega verso l'oculare; nell' altro i raggi arrivano innanzi allo specchio piano, e di poi raccolti dal concavo sen vanno all' oculare.

Ancora i Telescopj di Cassegrain e di Gregorj ci somministrano due altri Microscopj catottrici, se levati gli oculari dal loro posto si portano al di là de' minori specchj.

Allora un oggetto posto nel fondo del tubo, manda pel foro del grande specchio i suoi raggi allo specchietto che li riflette contro il maggiore dal quale sono di poi rimandati all' oculare.

L' inversione di questi telescopj non ci somministra per altro de' Microscopj tanto pregevoli quanto quello che deriva dalla forma Newtoniana. Uno de' principali motivi si è la grande distanza alla quale è obbligato di stare il minore specchio dall' oggetto, per cui il cono di luce riescendo più stretto non si gode molta chiarezza.

Fino nell'anno 1812 costruii un Telescopio a tubo stabile composto di due grandi specchj uno concavo, e l'altro piano.

Questo medesimo Telescopio, che in altra occasione descriverò, e che fu dichiarato anch' egli dall' Istituto delle Scienze meritevole del maggior annuo premio, invertendolo ci offre un eccellente Microscopio.

Io ne ho fatto fabbricare nel 1813 uno in cui l'apertura dell'obbiettivo è sei linee, e la distanza focale linee otto; cosicchè egli ingrandisce di più ancora del primo: ma nel

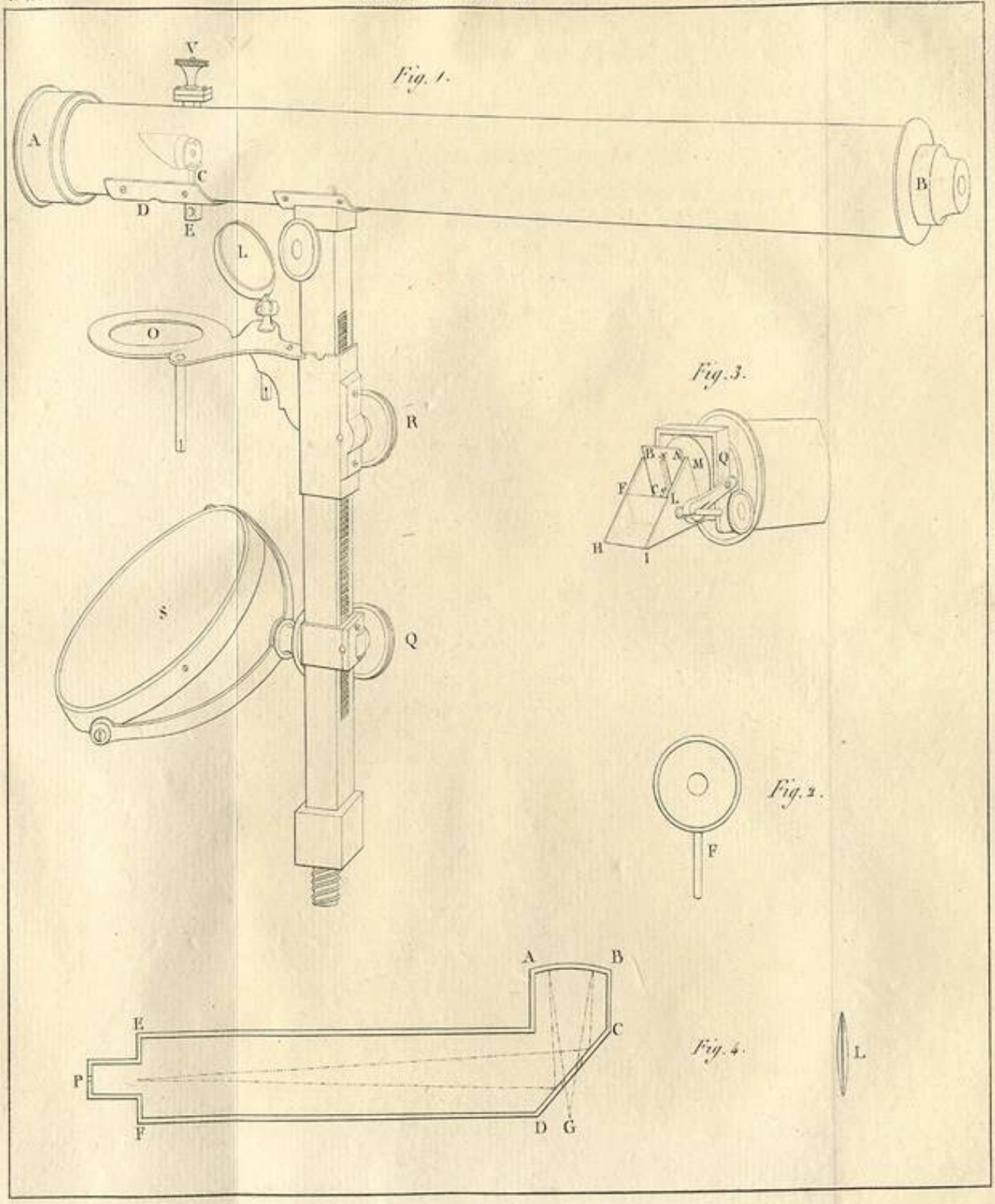
Fig. 1.
V
A
B
C
D
E
L
O
R
S
Q
Fig. 3.
B
x
N
M
Q
F
r
L
H
I
Fig. 2.
F
A
B
E
C
P
F
D
G
Fig. 4.
L

presente stato non serve che per i piccoli oggetti trasparenti.

Una Cassettina quadrangolare di ottone forma il tubo dell' istrumento. Ella contiene nella parte inferiore lo specchio concavo obbiettivo, posto in modo che il di lui asse è perpendicolare all' asse del tubo, e sta dirimpetto ad uno specchio piano ellittico, che ha un piccolo foro nel centro il quale è situato nell' intersezione degli assi della Cassetta, e del concavo obbiettivo.

La superficie poi di questo specchio piano rimane inclinata 45 gradi ai medesimi assi.

Nella parte superiore del tubo vi stà l' oculare mobile al quale se ne possono sostituire altri di diversa forza.

Presentando quindi un oggetto in prossimità del foro dello specchio piano, ove si trova il fuoco dell' obbiettivo, i raggi divergenti sono da questo raccolti, e riflessi convergenti contro lo specchio piano che li piega all' in su a formar l' immagine verso la lente oculare.

Io penso di costruirne un altro di questa stessa forma con uno specchio obbiettivo più largo, e di maggior fuoco, il quale potrà servire anche per gli oggetti opachi nella seguente maniera

Sia EFDC la sezione longitudinale della Cassetta che forma il tubo. AB rappresenti lo specchio obbiettivo, e DC sia lo specchio piano pulito tanto nella parte interna come nell' esterna.

Egli è chiaro che l' oggetto G essendo a qualche distanza dal foro si può illuminare fortemente al di sopra con una lente convessa L che rifletta la luce contro la superficie esterna dello specchio DC.

Perchè poi l' occhio situato in P non resti offeso dallo splendore esterno, sarà utile l' applicazione di un disco oscuro contro il centro della Lente illuminatoria per intercettare que' raggi soli che si dirigerebbero al foro dello specchio piano per passare all' occhio.