

Descrizione di un nuovo micrometro

Memoria
del Signor Gio. Battista Amici

presentata li 13 Dicembre 1814 dal Cav. Ruffini
e approvata dal Cav. Cesaris

«Memorie di Matematica e di Fisica della Società Italiana delle Scienze»
Tomo XVII, Parte contenente le Memorie di Matematica
Verona, dalla Tipografia di Luigi Mainardi, MDCCCXVI
(pp. 344-359)

Il perfezionamento dato in questi ultimi tempi al Micrometro a fili lo ha reso uno dei più pregiabili istrumenti, essendo molti i vantaggi che da questo ne ritraggono i coltivatori delle Scienze Naturali: allorché però se ne vuole far uso nella misura dei diametri di Corpi Celesti, o delle loro rispettive distanze, conviene limitarsi a determinare quelle soltanto che sono perpendicolari al loro moto apparente, non potendosi le altre distanze, o diametri obliqui assegnare con sufficiente accuratezza. A questo difetto suppliscono il micrometro a lampada di *Herschel*, e que' micrometri che raddoppiano le immagini, come il prismatico, l'obbiettivo del *Dollond*, i due inventati da *Ramsden*: ma se si eccettui il primo, gli altri o non sono assolutamente applicabili ai grandi Telescopj di forma Newtoniana (i quali mostrano gli oggetti, come l'esperienza ha provato, meglio di quelli di tutt'altra costruzione), o non possono applicarvisi senza gravi inconvenienti e svantaggi; e quantunque il micrometro a lampada sia stato utilmente a tal genere di riflettori addattato, chiunque però avrà tentato di farne uso debbe avere riconosciuto la necessità di una lunga e penosa pratica, e il frequente bisogno di ben molte cautele onde non cadere in gravissimi errori.

Ed io sono d'avviso, che se col mezzo di questo istrumento il celebre *Herschel* è pervenuto a misurare grandezze sì piccole da essere sfuggite alla diligenza degli altri osservatori, ciò attribuir si debba alla forza grande de' suoi Telescopj, ed alla abitudine e sagacità somma di questo grand'uomo nell'arte di osservare, piuttosto che alla perfezione del suo micrometro.

Per la qual cosa ho più volte meco stesso pensato che recar potrebbe un rilevante servizio agli osservatori, ed alle Scienze la costruzione di un nuovo ordigno, il quale essendo applicabile a canocchiali di massima apertura fosse al tempo stesso di facile e pronto uso, e capace di misurare angoli picciolissimi con un grado di precisione superiore a quella degli istrumenti sin qui conosciuti. Anzi occupandomi di questo mio pensiero siccome di oggetto a parer mio importantissimo, son giunto ad immaginare e costruire un nuovo micrometro, il quale se pur non prendo abbaglio, sembrami soddisfare più d'ogni altro all'indicato scopo. Ed è di questo mio tentativo, che mi propongo qui di dare contezza, nella lusinga che possa interessare la curiosità di que' Dotti i quali avendo mestieri di maneggiare frequentemente siffatti arnesi, sanno abbastanza quanto importi l'ottenere in essi la maggior possibile perfezione, perché vogliano saper grado de' suoi tentativi a chiunque si adopra per procurarla.

Ma siccome dall'un canto questo mio lavoro è appoggiato al principio della lente bipartita, sul quale è pur regolata la costruzione del micrometro obbiettivo, e dall'altro canto quest'ultimo è stato da alcuni giudicato difettoso, così comincerò dal premettere alcune considerazioni sulle diverse imperfezioni al medesimo attribuite.

Il Sig. *Maskeline* nella sua relazione riguardante un istrumento per misurare i piccoli angoli letta alla Reale Società di Londra 18 Dicembre 1777 si avvisò di aver rinvenuta la cagion vera di un principale difetto de' micrometri obbiettivi, e furono per lui sì certe, e sì convincenti le ragioni sue, che credè indispensabile partito quello di rivolgere le sue ricerche ad un metodo diverso di principj, e di costruzione. Si prefisse egli pertanto di produrre due distinte immagini dello stesso oggetto, ma in maniera che gli assi dei coni luminosi partissero dal medesimo punto, o da punti sommamente vicini; e su questo principio regolò egli l'invenzione del suo micrometro prismatico (a).

Sul punto di dovere io scegliere un micrometro per corredarne i miei Telescopj, l'autorità di un sì dotto ed illustre Astronomo non potea non rendere esitante la mia determinazione per un sistema di mezzi fra' quali ha luogo la lente divisa. Imperocché, sebbene nel micrometro da me immaginato la lente bipartita non sia applicata come nel micrometro obbiettivo, nullameno non avrei per questo evitata una imperfezione, la quale sarebbe stata per ogni combinazione inevitabile qualora le cagioni della medesima fossero le indicate dal prelodato Autore.

Un attento esame però della Teoria del medesimo mi mostrò le ragioni sue non assistite da sufficiente evidenza, anzi parvemi, e comunque pure la venerazione dovuta ad un tanto rispettabile Autore mi ponesse in dubbio di travvedere, mi convinsi che la imperfezione dei micrometri obbiettivi a tutt'altra causa attribuire si debba, che alla immaginata da lui; e così mi rassicurai che da questa non dovesse derivarmene argomento per abbandonare la concepita idea.

A dimostrare la quale asserzione mia, ed all'oggetto di fare conoscere sopra qual fondamento io abbia appoggiate le mie deduzioni, esporrò prima le considerazioni del Sig. *Maskeline*, come le ho tratte dalle transazioni filosofiche. [...]

Nel surriferito ragionamento del Sig. *Maskeline* si rileva ch'egli ha supposto nel Telescopio l'oculare immobile, e non vi ha dubbio che per le alterazioni dell'occhio l'osservatore potrà in diversi tempi vedere gli oggetti distinti, o più vicini, o più lontani dell'intersezione degli assi dei coni di luce, che procedono da parti opposte dell'oggetto; ma è altresì vero che il fuoco dell'obbiettivo restando il medesimo, l'osservatore sofferto che abbia un cangiamento di vista, non vedrà più che confusamente l'immagine in quel luogo, in cui da prima gli si mostrava distinta. Per la qual cosa in questo nuovo stato non dovrà giudicare della grandezza dell'angolo, se prima col rimover l'oculare non si sarà procurata la visione perfetta. In questa ipotesi è evidente che vedrà le immagini, come se niun cambiamento fosse accaduto all'occhio; e che perciò niuna differenza troverà nella grandezza dell'angolo. Egli è poi agevole il persuadersi che quand'anche l'oculare restasse fisso, e si supponessero alterazioni nel fuoco dell'occhio, non per questo si vedrebbero le immagini in EF separate per quello spazio; poiché i raggi che terminano i diametri delle immagini in EF non sono come si vorrebbero terminati dagli assi VA, OA, ma bensì lo sono dai raggi che appartengono ai medesimi assi, e che vengono rifratti all'estremità delle semilenti come sarebbe MA, NA i quali si accavalcano in EF; onde tanto in EF, quanto in FE, qualunque siasi il cambiamento di vista, le immagini confuse debbono sempre mostrarsi incrocicchiate.

Un facile esperimento basta per confermare l'esposto. Con un Telescopio armato di micrometro obbiettivo si guardi un qualche oggetto; per es. Giove. Accomodato l'oculare per la vision distinta, si separino le semilenti finché i lembi opposti delle due immagini del pianeta si tocchino; quindi si accosti, o si allontani alcun poco l'oculare dall'obbiettivo, locché equivale ad un accorciamento, o ad allungamento di vista prodotto da alterazioni dell'occhio; ed in ambedue le posizioni si vedranno sempre le deformi immagini di Giove accavalciarsi, e se per maggior spazio si avvanzi, o si ritiri l'oculare, si perderanno affatto le immagini, rimanendo soltanto una luce dispersa in una forma e posizione eguale od inversa delle due semilenti che costituiscono il micrometro.

Non è così nell'Eliometro del Sig. *Bouguer*; ma allorché si tratta di misurare angoli un poco grandi, il cambiamento di vista, e di distanza dell'oculare può alterare qualche poco la loro

(a) Anche il Padre *Boscovich* immaginò circa nella medesima epoca un Micrometro di questa specie, e così ancora fu fatto da *M.^r Rochon*; ma quest'ultimo si è particolarmente distinto coll'ingegnossissima idea di adoprare la doppia rifrazione del cristallo di Rocca, ed ha formato un istrumento assai superiore, e molto più utile degli altri.

grandezza. La ragione è fondata in ciò, che per la vision distinta di un oggetto non fa d'uopo che tutti i raggi emanati da un punto del medesimo coincidano esattamente in un punto della retina; per la qual cosa se O , O' sono gli obbiettivi di quell'istromento convenientemente separati per far coincidere nel loro fuoco F le immagini di due oggetti S , S' ; l'occhio situato dietro l'oculare AB potrà nel medesimo tempo vedere perfettamente gli oggetti toccantisi in F o divisi in f o finalmente sovrapposti in f' essendo gli angoli formati dai raggi che partono dalle estremità degli obbiettivi minori dell'angolo SFS' , per cui può accadere che dallo smuovere l'oculare per lo spazio f, f' , o da un cambiamento del fuoco dell'occhio, che a ciò equivalga, i primi non cagionino aberrazione sensibile, mentre per quello stesso movimento la separazione dei due assi SF , $S'F$ si rende manifesta. Di qui si vede che quanto è più grande l'apertura degli obbiettivi la precisione delle misure deve essere maggiore.

Un'altra imperfezione del micrometro obbiettivo applicato ai cannocchiali si è ritenuto esser quella proveniente dalla parallassi ottica, per cui se le due immagini di diversi oggetti si toccano in mezzo al campo del Telescopio, queste allorché saranno vedute ai bordi si separeranno.

Questo difetto però è di poco momento, essendo assolutamente nullo nel centro del campo, ed insensibile nelle vicinanze del medesimo, ove si giudica sempre del contatto delle immagini, perché ivi sono più distinte. Ed è poi per questo riguardo senza dubbio meno imperfetto del micrometro a fili in cui la coincidenza de' medesimi co' diversi punti della immagine si fa ad una maggior distanza dal centro.

Finalmente gli errori che si sono commessi col micrometro obbiettivo nella misura dei piccoli angoli si sono da alcuni fatti derivare dalla dilatazione prodotta per la diversa temperatura nel tubo del Telescopio al quale è applicato: ma è facile il conoscere che questo preteso difetto non ha più fondamento di quello enunciato dal Sig. *Maskeline*, poiché l'allungamento o accorciamento del tubo non facendo che rendere diversa la distanza fra il grande specchio e lo specchietto del telescopio equivale come è manifesto ad un cambiamento di vista o diversa posizione dell'oculare, laonde per quello che abbiam veduto ciò non può per conto alcuno alterare la misura dell'angolo.

Le tre principali surriferite circostanze adunque dalle quali si è creduto dipendere la diversità di valori ottenuti nel misurare in vari tempi un medesimo angolo, non possono per le fatte osservazioni, essere le vere origini di tali errori. Noi dobbiamo per conseguenza derivarli da altre cause, le quali per le osservazioni che ho fatte credo che siano le seguenti.

L'apertura della lente divisa è comunemente grande in proporzione della sua lunghezza focale, e ciò perché nella misura dei grandi diametri per esempio del Sole, e della Luna, non venga otturata molta parte della bocca del Telescopio ove la detta lente è applicata, e tolta così troppa luce allo specchio. Ora questa troppo ampia apertura cagiona una considerabile aberrazione, per la quale le immagini sono indistinte specialmente nella circostanza delle maggiori separazioni delle semilenti; se a ciò si aggiunge la difficoltà di rimettere le semilenti nella medesima situazione, che avevano prima di tagliarle, sarà questa un'altra circostanza che concorrerà ad aumentare ognor più l'indistinzione delle immagini vedute nel Telescopio. Ma questa indistinzione di contorno porta di necessaria conseguenza che non si possa accertar bene il contatto dei lembi delle immagini. Dunque non è da maravigliarsi se accada sovente di ottenere con siffatto strumento dei valori diversi per un angolo medesimo.

Ho veduto de' micrometri obbiettivi fabbricati dai celebri *Dollond*, e *Short*, che applicati ai rispettivi telescopi rendevano gli oggetti manifestamente confusi, mentre i semplici Telescopi lavorati colla maggior perfezione li mostravano eccellentemente.

Un'altra causa estrinseca contribuisce all'incertezza delle misure, e deriva questa dallo stato dell'atmosfera. Per vedere come ciò avvenga, si rifletta, che i raggi emanati da un punto di un oggetto attraversando l'aria ricevono una quantità di storcimenti dai vapori che incontrano, li quali cambiano la loro primitiva direzione, ed avvegna che la deviazione sia infinitamente piccola, allorquando l'atmosfera è placida e chiara, ella è però assai sensibile in uno stato di aria agitata, o pregna di esalazioni, per cui l'unione di quei raggi raccolti dall'obbiettivo del cannocchiale facendosi in un piccolo spazio, le immagini di due punti vicinissimi dell'oggetto si sovrappongono,

e ne nasce quindi l'indistinzione. Ora se si considera che le semilenti convenientemente separate per misurare il diametro di un oggetto sono basi di due semiconi di raggi che provengono dai due punti estremi del diametro dell'oggetto, e che questi semiconi di raggi nel loro transito attraverso l'aria possono esser piegati in differenti maniere, si vede chiaramente che le immagini confuse di que' due punti prodotte dalle semilenti potranno essere alternativamente portate al contatto, od alla separazione, o sovrapposizione, e cagionar quindi errore nella grandezza dell'angolo.

Tutto ciò viene confermato dalla esperienza, ed ho sempre trovato, allorché lo stato dell'aria era favorevole, le due immagini immobili; mentre al contrario in circostanze diverse, costantemente le ho vedute in continuo tremore, per cui, ora sembravano toccarsi, ora accavalciarsi, ed altre volte staccarsi, e per quanta attenzione mettessi nell'assegnare il contatto, pure alle volte l'errore nella misura dell'angolo ammontava a più secondi. Ma fortunatamente questo difetto dovuto ad una causa fisica indipendente dall'istrumento, e che può aver condotto in errore alcuni osservatori, viene appunto distrutto nel tempo stesso che l'aspetto dell'oggetto è il più propizio per essere contemplato.

Le maggiori imperfezioni adunque del Micrometro obbiettivo si riducono a mio credere a due soltanto; primo cioè, quella dell'impossibilità, o almeno estrema difficoltà di costruire delle lenti da poter applicare ad ampi Telescopi catadiottrici; e secondariamente, l'altra dell'aberrazione prodotta dalle lenti medesime, la quale rendendo indeterminati i contorni delle immagini turba perciò la precisione della misura degli angoli; ma col trasportare semplicemente come ho immaginato il Micrometro Dollondiano tra l'obbiettivo, e l'oculare di un Telescopio si toglie affatto la prima imperfezione; e si diminuisce di tanto il secondo difetto da renderlo insensibile; e nel medesimo tempo ci si offre il vantaggio di una più ampia scala unitamente ad altri comodi, e speditezza dell'osservazione.

In effetto, sia MN una lente obbiettiva di un cannocchiale del fuoco OF, e sia B'A' l'immagine di un oggetto AB che si vuol misurare. Se in M'N' tra l'obbiettivo, ed il suo fuoco si ponga un'altra lente convessa, questa rinfrangendo di nuovo i raggi formerà in F' una nuova immagine dell'istesso oggetto AB la quale sarà perfettamente simile alla B'A' non differendo in altro che nella grandezza. Supponiamo adesso la lente M'N' divisa in due parti alla maniera de' Micrometri obbiettivi. È certo che si potranno scostare li due segmenti in modo, che le estremità delle due immagini di AB, che ne provengono coincidono in F': ciò posto egli è d'uopo osservare che il punto A manda alla lente MN un cono di raggi luminosi i quali essendo dalla medesima rifratti si dirigono tutti verso A' per formarvi l'immagine del punto A; ma venendo questi raccolti prima dalle semilenti, si piegano in modo da produrre due immagini del medesimo punto A, una delle quali, e precisamente quella proveniente dalla semilente M'C, si suppone essere in F'. Di tutti que' raggi, che incontrano la semilente M'C quello soltanto che passa pel centro soffre rifrazione. Questo stesso raggio adunque andrebbe in A' ove è diretto in virtù dell'obbiettivo. Riflettendo pertanto che questo medesimo raggio avanti di giungere in A' deve unirsi nel punto F' cogli altri tutti rifratti dalla semilente M'C per farvi l'immagine di A, si vede chiaramente che conducendo per A'F' una retta, questa prolungata passerà pel centro C della semilente, e così tirando la B'F' ella indicherà la direzione del centro C' dell'altra semilente. Da tutto ciò ne segue, che sarà la metà della distanza dei centri delle semilenti alla tangente della metà dell'angolo sotteso dall'oggetto al centro dell'obbiettivo, come OF' a F'F, essendo il raggio uguale alla distanza focale dell'obbiettivo MN; laonde il valor dell'angolo che si vuol misurare verrà determinato dall'apertura delle semilenti, la quale per un dato angolo può essere aumentata a piacimento, dipendendo questa dalla lunghezza focale dell'obbiettivo, e della lente che serve per Micrometro, come pure dalla diversa distanza di quest'ultima dall'obbiettivo medesimo.

L'estensione della scala però non deve farsi troppo grande, e ciò perché la misura degli angoli non sia ridotta a troppo stretti confini, ma basta limitarla a tale ampiezza, che gli errori dipendenti dalla medesima siano al disotto di quelle più piccole distanze delle quali si può portar giudizio colla forza del Telescopio.

L'accostamento del micrometro al fuoco del cannocchiale deve anche esso essere limitato; poiché per il troppo grande restringimento del cono di luce, che spetta a ciascun punto dell'oggetto, la laminetta di metallo che attraversa le semilenti intercetterebbe la maggior parte de' raggi che vanno a formare le immagini.

Questa situazione poi del Micrometro fa che gli errori provenienti dalla aberrazione delle lenti, e dalla difficoltà della loro giusta rettificazione siano infinitamente diminuiti tanto per la ristrettezza del cono di luce che riceve, quanto per il suo accostamento al fuoco dell'obbiettivo.

Non picciol vantaggio è poi quello di ottenere le immagini egualmente luminose nella misura dei diversi angoli, locché non si ha con l'altro Micrometro, a meno che l'apertura delle semilenti non sia molto più grande dell'obbiettivo del cannocchiale.

Finalmente l'applicazione del medesimo a qualunque sorta di Telescopj catadiottrici, o diottrici non ha alcuna difficoltà, ed è con uno di questi istromenti che io ho corredato un Riflettore da me costruito di forma Newtoniana avente otto piedi di fuoco con undici pollici di apertura.

Il Micrometro è attaccato alla parte esterna del cursore che porta il piccolo specchio piano, ove è pur fissato un cerchio graduato per conoscere la posizione del medesimo Micrometro nel suo moto rotatorio. L'oculare conserva sempre una egual distanza dalle semilenti, la quale è circa sette pollici, e la visione distinta nel Telescopio si ottiene col solito movimento del cursore a cui è applicato tutto il macchinismo.

Al fuoco dell'oculare vi sono due sottilissimi fili che s'intersecano ad angoli retti, mentre uno sta parallelo alla divisione della lente del Micrometro; e ciò per misurare la differenza di ascensione retta e declinazione di due oggetti nel cielo, quando queste distanze non superino l'estensione totale della scala, la quale è di due minuti e 25", ed ogni minuto primo corrisponde ad una separazione di quattordici linee dei centri delle semilenti, cosicché l'apertura $\frac{14}{60}$ di linea equivale ad un minuto secondo.

Questa scala che ho determinato col calcolo dietro la cognizione dei fuochi dello specchio obbiettivo e della lente divisa, come pure della distanza di questa al fuoco del primo l'ho anche verificata coll'esperimento mediante il solito mezzo di trasportare ad una conveniente distanza un oggetto di cognita grandezza perché sottenda al centro dello specchio un dato angolo.

Le semilenti possono ambedue muoversi tanto a dritta che a sinistra, e le divisioni sono al di qua, come al di là dello zero, locché è un grande vantaggio per determinare colla massima esattezza il contatto, come pure la perfetta coincidenza delle due immagini.

L'indistinzione del Telescopio cagionata dalla aggiunta del Micrometro è insensibile, ed anche con esso alla distanza di 890 piedi parigini con un ingrandimento di 1152 si possono leggere dei caratteri, e de' numeri, la di cui altezza è nove punti del medesimo piede di Parigi.

La divisione dell'anello di Saturno, la banda oscura che ne attraversa il disco, come pure li cinque satelliti più esterni restano visibili, quand'anche le semilenti siano separate alla maggior distanza, meglio che in un buon Telescopio Newtoniano di otto piedi di lunghezza, e pollici 6 $\frac{1}{2}$ di apertura senza micrometro.

La sera degli 8 Ottobre alle ore 7 osservando Saturno presi le misure del diametro maggiore dell'anello, e del globo, e trovai che il rapporto di questo a quello sta come 88 : 37, e che l'angolo sotteso dal diametro maggiore dell'anello era 38",06. Il Signor *Barone Zach* (b) lo trovò di soli 35",039; ma altri osservatori lo trovarono maggiore: *Pound* 42"; *Rochon* 40",6; *Herschel* 46",682, ed io non ho motivo di credermi lontano dalla vera nemmeno di un minuto secondo, sebbene rilevata da un'unica osservazione, poiché negli esperimenti che io aveva già fatti anche in terra, la differenza di un minuto secondo si è sempre resa a colpo d'occhio manifesta; ed avendo posto ad una distanza di mille piedi, esattamente perpendicolare all'asse del Telescopio un rettangolo il di cui lato maggiore cresceva di $\frac{1}{60}$ dall'altro, mentre il minore sottendeva al centro dello specchio obbiettivo un angolo di un minuto primo, ho sempre trovato, girando il Micrometro dopo aver

(b) Secondo supplimento alle Effemeridi Astronomiche del Sig. *Bode*.

separate le lenti in modo che le immagini del rettangolo nel senso minore fossero portate al contatto, che le altre immagini nella direzione più lunga si accavalcano di molto.

Io non parlerò qui di tutti i diversi usi de' Micrometri, e de' vantaggi che da essi ritraggono l'Astronomia, la Geodesia, la Nautica, e la Storia naturale perché troppo cogniti; ma farò bensì riflettere che questo mio strumento si presta comodamente alla misura della distanza degli oggetti terrestri, cognita la loro grandezza assoluta; poiché non è necessaria che l'applicazione di un *Vernier*, o *Nonnio* al cursore che porta la macchina per marcare le variazioni del fuoco del Telescopio, e di costruire una Tavola che mostri i cambiamenti della scala che da ciò ne derivano.

Ho avvertito che l'oculare del mio istromento porta al suo fuoco due fili che s'incrocicchiano ad angoli retti, e situati in modo che uno di essi riesce parallelo al taglio della lente del Micrometro per determinare la differenza di ascensione retta, e declinazione di due oggetti celesti.

È noto come debba operarsi per ottenere il medesimo intento col Micrometro del *Dollond*; ma siccome il metodo da usarsi col mio è alquanto differente a causa dei fili dell'oculare, i quali conservando sempre la medesima posizione riguardo alle semilenti hanno con esse di comune il movimento circolare, così credo che non dispiacerà che io qui mostri questo metodo facile che ci può far conoscere se le piccole stelle hanno intorno ad altre vicinissime maggiori alcun movimento, nella quale delicatissima ricerca si è molto esercitato il celebre *Herschel*.

Siano dunque A, B (*Fig. 4*) due stelle delle quali si voglia sapere la differenza di ascensione retta, e di declinazione. Il circolo MXNY rappresenti il campo del cannocchiale, ed XY, MN i due fili che si segano ad angoli retti, mentre MN è costantemente parallelo alla linea che congiugne i centri delle semilenti. Si faccia ruotare il Micrometro finché una stella per esempio la B scorra col suo moto diurno lungo il filo MN, e quindi si separino le semilenti, fintanto che la seconda immagine *a* della stella A passi il filo orario XY nel medesimo istante che vi passa la B. La distanza de' centri delle semilenti indicherà in questo caso la differenza di ascensione retta delle stelle. La ragione ne è evidente. Ciò fatto si giri circolarmente il Micrometro sinché le due immagini B, *b* della stella B, che scorrevano lungo MN lo attraversino pel loro moto diurno nel medesimo momento. In tal circostanza il Micrometro avrà girato 90°. Perciò la separazione delle semilenti, che da prima si faceva nel senso dell'equatore, si farà ora nella direzione del circolo orario il quale sarà rappresentato da MN. Si avrà dunque la differenza di declinazione se si scostino le semilenti per modo che la immagine più settentrionale della stella più meridionale tocchi, e scorra lungo il filo parallelo all'equatore nel medesimo tempo che è scorso dall'immagine più meridionale della stella più settentrionale.

I fili che servono per l'oggetto suindicato sono anche di un ottimo uso e rimedio per evitare gli errori che possono con questo strumento commettersi per ragione delle diversità di viste. Infatti un cambiamento di vista fa che attraverso l'oculare non si vedano le immagini distinte in quel luogo, che da prima si scorgevano tali, onde restando l'oculare stesso costantemente ad una egual distanza dal micrometro, per procurarsi la visione distinta converrebbe muovere il cursore che porta il micrometro medesimo insieme al piccolo specchio piano; per un tale movimento l'immagine dell'oggetto cambierebbe di distanza rapporto alla lente bipartita, e così alterandosi questa distanza che è uno degli elementi che determinano l'ampiezza della scala si commetterebbe errore nella misura dell'angolo. Si evita questo inconveniente col mezzo dei sopraddetti fili i quali si conservano sempre egualmente distanti dalle semilenti, e l'oculare avendo un piccolo movimento parziale lungo il tubo permette che i fili possano essere attraverso il medesimo veduti distintamente accostandolo, o allontanandolo secondo le diverse viste. Corretto così col parziale movimento dell'oculare il cambiamento del fuoco dell'occhio, la grandezza dell'angolo non può più per questa ragione venire alterata.

L'uso del micrometro che ho descritto è limitato soltanto alla valutazione di picciolissimi angoli, e quantunque ciò bastasse per riconoscerne la utilità, poiché hanno in tali misure fondamento molte bellissime, ed interessanti ricerche; non ostante ho cercato di renderlo servibile, e sempre colla medesima esattezza, alla misura di angoli maggiori, come sarebbero i diametri del Sole, e della Luna.

A tale effetto bastano due prismi acromatici uguali la di cui rifrazione posti nel Telescopio vicini alle lenti del Micrometro, sia di sedici minuti, e trenta secondi circa. Uniti questi per le basi triangolari in modo che i loro angoli refringenti sieno opposti, e situati in prossimità delle semilenti in tal maniera, che il piano, per cui sono uniti prolungato passi pel taglio delle medesime lenti, la rifrazione totale di ambidue sarà circa minuti 31 la quale potrà essere assegnata molto esattamente colla esperienza. Ora la grandezza delle semilenti può farsi tale che la rifrazione giunga a tre minuti e più senza che ne provenga alcuna aberrazione sensibile; e siccome debbono essere le semilenti montate in modo da separarsi tanto da una parte come dall'altra dello zero della scala, locché si è di sopra avvertito, così le rifrazioni di queste si faranno, o nel senso di quelle dei prismi, od in senso opposto, e si potranno perciò valutare gli angoli dai 28' alli 34', nei quali limiti sono compresi li diametri del Sole, e della Luna.

Ciò che si è detto riguardo alla misura degli angoli sottesi dai diametri del Sole, e della Luna si estende anche ad altri diversi angoli di limitata grandezza sostituendovi altre coppie di prismi acromatici di conveniente rifrazione.