

ISTRUMENTI ASTRONOMICI *

II. — TEMPI MODERNI

Fino al 1857 il telescopio a specchio metallico fu costruito secondo il sistema newtoniano che, specchio a parte, presentava molti difetti come sistema ottico. Foucault, modificandolo, lo perfezionò. Era già stato tentato il cambiamento del piccolo specchio piano, che assorbiva molta luce, con un prisma a riflessione totale, ma le grandi proporzioni di cui necessitava rendevano la sostituzione quasi impraticabile. Così Foucault risolse, per riparare all'inconveniente, di incontrare l'immagine, nell'interno del tubo del riflettore, con un prisma assai piccolo che troncasse la sommità del fascio dei raggi provenienti dallo specchio e di raccogliere poi l'immagine con un oculare speciale a quattro lenti. Con questo nuovo sistema oculare le due lenti anteriori, vicino al prisma a riflessione totale, funzionano come un obiettivo da microscopio, mentre le due posteriori costituiscono il solito sistema oculare positivo, o negativo cambievole, secondo l'ingrandimento desiderato.

Foucault si occupò pure dell'installazione dello specchio nella sua montatura in fondo al tubo, dalla quale dipendono le buone immagini. Secondo la posizione dell'istrumento, lo specchio subisce delle flessioni; la cosa, che coi piccoli riflettori può avere poca importanza, ne assume moltissima coi grandi aumentando spessore e peso dello specchio. Una flessione cambia immediatamente la curva dello specchio e ciò avviene indipendentemente dalla temperatura, altro nemico degli obiettivi (questi inconvenienti sono comuni tanto ai riflettori che ai rifrattori). Il peso da considerarsi non è molto; uno specchio di vetro di 25 cm. di diametro pesa 4 chilogrammi e mezzo, uno di 40

pesa 35 kg., uno di 1 metro (quello dell'Osservatorio Lowell), con 175 mm. di spessore, 440 kg.

Foucault stabilì gli specchi sopra un cuscino circolare di gomma ben disposto e riempito d'aria in quantità variabile secondo la posizione dell'istrumento. Però il sistema non pare sia stato seguito neppure in America, paese di grandi riflettori; anzi il problema della loro montatura perfetta non sembra ancora risolto. In fine Foucault diede al suo telescopio una montatura tanto semplice quanto razionale. La fig. 6 rappresenta il modello corrente costruito dalla celebre Casa Secretan pei modelli medi da 3 a 8 pollici d'apertura. Esso è in complesso un teodolite. Il tubo oscilla mediante orecchioni di bronzo in un affusto di ghisa la cui base è girevole sopra un perno. In questo modello azimutale si vede bene l'oculare microscopico e la spia a vite regolabile. Alla parte inferiore sta la culatta di ottone che serve di custodia allo specchio e vicino un contrappeso mobile molto utile per controbilanciare il peso degli accessori.

La fig. 7 dà lo stesso istrumento, ma montato equatorialmente. La base anzichè essere orizzontale si trova in un piano parallelo a quello dell'equatore celeste, di modo che ponendo l'istrumento a qualsiasi declinazione il suo asse ottico percorrerà sempre il cielo secondo cerchi passanti per piani paralleli a detto equatore.

Simile sistema di montatura, tanto semplice quanto razionale, elimina molti difetti del riflettore equatoriale, nel senso che il parallelismo e perpendicolarismo degli assi e del corpo non esistono più. Le flessioni si trovano molto ridotte e così pure gli errori di collimazione. Sarà facile al lettore riconoscere nel cerchio della base, quello

* Continuazione vedi numero precedente.

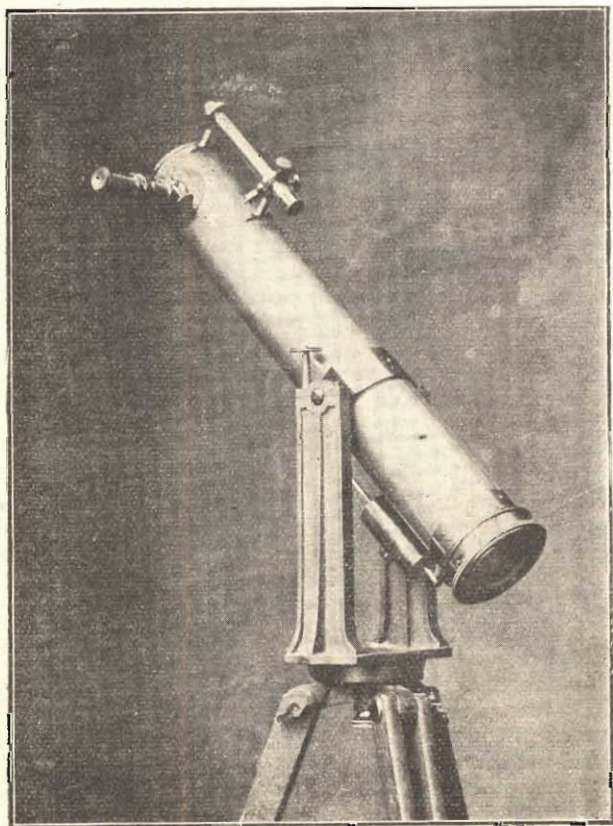


Fig. 6. — Telescopio Foucault a montatura azimutale da 3' a 8' di apertura.

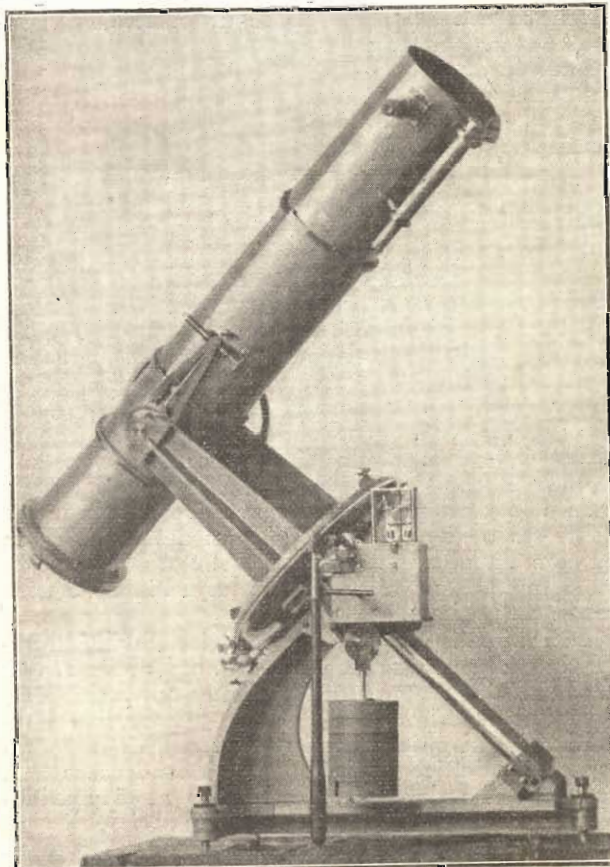


Fig. 7. — Telescopio Foucault a montatura equatoriale.

orario, con ingranaggio a vite perpetua comandata dal movimento d'orologeria. Il circolo di declinazione trovasi nascosto dal tubo; per contro il freno ed il suo movimento lento sono ben visibili.

Per gli strumenti di maggiori dimensioni la disposizione è sempre simile e semplice; solo il movimento d'orologeria viene nascosto nello zoccolo, gli accessori ed altro si moltiplicano secondo le necessità e come si può vedere nella fig. 8, che rappresenta il riflettore di 10 pollici per m. 1.55 della mia specola a Bergamo. Così pure nella fig. 9, che rappresenta uno dei due telescopi di 80 cm. per 5 m. costruito da Foucault per gli osservatori di Marsiglia e Tolosa.

Nella fig. 10 si vede la riproduzione di uno dei più grandi telescopi moderni, di m. 1.50 di apertura per m. 7.60 di fuoco, esistente all'Osservatorio di Mont Wilson S. U. Lo specchio di cui è munito è opera dell'esimio ottico-astronomo americano Ritchey. Tale riflettore serve quasi unicamente per la fotografia. Malgrado gli innumerevoli vantaggi che presenta il sistema Foucault molti telescopi sono montati come i rifrattori. Esempio il gran riflettore di Melbourne del quale parlai nella prima parte, oppure quello che fu montato nel 1875 e che costò 200.000 franchi all'Osservatorio di Parigi. Ne furono costruttori Adolfo Martin e Gautier. Misura m. 1.22 d'apertura per m. 7.19 di fuoco. Il suo sistema è Newtoniano; il peso totale di 19.000 chilogrammi. La fig. 11 lo rappresenta. Non fu posto, come molti altri, in una cupola, ma fu costruita una vera casa, di legno, che l'osservatore può, quando lo voglia, allontanare su di un binario.

Siccome dovrò ancora parlare dei grandi strumenti rifrattori e refrattori, potrò infine rispondere ad una questione che il lettore certamente si sarà, fin dalla prima parte, proposta: cioè quanto ingrandisce uno strumento; qual'è il preferibile dei due strumenti. Quale sia, insomma, il più potente.

Riesce estremamente facile rispondere alla prima. Si ammette in pratica che un obiettivo ingrandisce due volte circa il suo diametro espresso in millimetri. Un obiettivo di 20 cm. ingrandirà dunque 400 volte... Ma siccome detto rapporto è in realtà aleatorio, dipendendo da molte circostanze che occorre studiare, ritornerò sull'argomento, passando per ora direttamente alla seconda parte della questione.

Il vantaggio del riflettore è di essere assolutamente acromatico; il suo fuoco chimico coincide con quello ottico; si presta perfettamente all'esame delle stelle colorate le cui tinte sono spesso di assai delicata valutazione. Rende perfettamente le tinte spesso fuggitive delle superfici planetarie. Gli si rimprovera però la durezza di certe immagini, come, per esempio, quella della Luna. Col canocchiale invece il difetto di un completo acromatismo fa sì che l'obiettivo renda iridescenti leggermente le parti più brillanti, facendo risaltare, per contrasto da quelle scure, i vicini dettagli. Risulta ch'esso dà alle immagini un vellutato gradevolissimo, mentre col telescopio si ha il bianco e nero senza alterazione.

Dicesi che il riflettore dia maggior stabilità d'immagini del riflettore, ma non sembra provato. Nel 1915, all'Osservatorio di Allegheny (U. S.), furono compiuti esperimenti sul grande canocchiale fotografico il cui obiettivo misura 76 cm. di diametro (opera dell'ottico Brashaer); essi condussero alla scoperta di un'aberrazione positiva assai considerevole. Fu anzi stabilito un sistema speciale di ventilazione nel tubo, e il sistema diede buoni risultati.

Nel 1874, l'illustre professor Newcomb ebbe ri-

sultati identici col grande Equatoriale dell'Osservatorio Navale di Washington, obiettivo di 66 cm. di diametro, opera di A. Clark: aberrazione positiva coll'aumento di temperatura, e negativa coll'abbassamento della stessa. Ma tutto ciò non ha nulla di straordinario: gli obiettivi da rifrattore essendo assai sottili, cioè, per es., 4 cm. circa per uno di circa 10 pollici di diametro. In conseguenza la temperatura deve avere una sensibile azione su di essi. È dunque assolutamente necessario mantenerla il più possibile costante, anche nell'interno del corpo, per evitare strati di temperatura e densità diversi se si vogliono ottenere risultati buoni.

Quanto esposti dimostra al lettore la difficoltà di ottenere con grandi strumenti buone immagini, ed in conseguenza buon potere ottico, pur senza tener conto dello stato atmosferico.

Tale aberrazione si riscontra pure su gli specchi di vetro il cui spessore aumenta col diametro: 4 cm. circa per 25 cm. di diametro, 7 per 40 cm. e 18 per 1 m. In seguito alla loro massa, la temperatura esercita un effetto minore sopra di essi, ma è, viceversa, più durevole; come fu stabilito sperimentalmente. La loro aberrazione ha dunque una grande importanza. La sostituzione dei tubi con sistema di graticci a larghe maglie (*a claire voie*) offre dunque un vantaggio reale (1).

Ora, per rispondere alla questione del dualismo fra i due tipi, riporterò un'esperienza di Foucault, lasciando a lui giudizio e responsabilità.

Si era nel 1860.

« Terminavo un telescopio di m. 0.330 di diametro, ed avevo la certezza che tutta la superficie dello specchio contribuisse con efficacia alla « formazione del fuoco ottico. In pari tempo la « Casa Secretan finiva un canocchiale acromatico « della stessa dimensione, destinato all'Osservatorio, il quale, sottomesso a' miei metodi d'esame « lasciava intravedere qualche difetto nella figura « della superficie. Inoltre, come in tutti i grandi canocchiali, l'acromatismo era lungi dal far scomparire tutta la dispersione sensibile. Avevo dunque due ragioni di pensare che per l'effetto ottico « il telescopio sarebbe francamente superiore ad « esso e che l'occasione era favorevolissima agli « strumenti a riflessione. Però, contrariamente alle « mie previsioni, dovetti riconoscere che sotto certi « rapporti il canocchiale si mostra superiore al telescopio. Da che poteva dipendere questa differenza, che d'allora in poi ha trovato conferma in « molte circostanze? Era dovuta precisamente all'influenza dello spettro secondario che per difetto d'acromatismo interveniva nella formazione « delle immagini al fuoco del canocchiale. Il telescopio invece era troppo perfettamente acromatico ed a quel solo fatto è dovuta la sua relativa « inferiorità ».

Per capire come un tal difetto potesse riuscire favorevole alla visibilità di certi dettagli, egli li divide in due categorie, di cui la prima è quella dei dettagli che sfuggono alla vista per piccolezza angolare e la seconda di quelli che riescono difficili a percepirci per difetto di contrasto.

Trattandosi di distinguere l'uno dall'altro due punti, la distanza dei quali sottintende un angolo di una data dimensione, il telescopio sarà superiore al canocchiale; ma se si tratterà di distinguere le sfumature, la differenza di tinte delle parti contigue di un oggetto la cui visibilità non dipende più dalle sue dimensioni angolari, allora il canocchiale, appunto pel suo difetto d'acromatismo, converrà meglio.

(1) Esempio il telescopio del Monte Wilson (fig. 10).

« La spiegazione così non risulta più dai soli « principî dell'ottica, bensì dalle proprietà fisio- « logiche degli organi del « la visione ».

Proseguendo, il Foucault dice :

« Si dimostra che l'occhio è poco sensibile « ad una differenza d'intensità inferiore ad $\frac{1}{100}$ « dello splendore di un « oggetto osservato. Se « delle ombre che vengono proiettate sopra uno « schermo corrispondono « ad una diminuzione di « luce minore dell' $\frac{1}{100}$, « dette ombre potranno « passare inosservate, ma « se, benchè debole, hanno una tinta, propria e « diversa da quella dello « schermo, potranno diventare visibili, benchè « poco differenti dallo « sfondo come intensità « assoluta. Ecco il principio che dà vantaggio al « canocchiale per difetto « suo d'acromatismo ».

Come si vede, ciascuno dei due strumenti ha i suoi pregi, ma quale dei due sia superiore all'altro è forse impossibile dire, dipendendo ambedue dall'uso, dagli oggetti osservati, dallo stato atmosferico, dall'occhio, dal temperamento dell'osservatore, ecc., ecc., e, fors'anche, dalla preferenza data all'uno piuttosto che all'altro tipo. Vi furono infatti scienziati che dichiararono il telescopio un oggetto da gettare a mare. Bisogna convenire che in tutto ciò vi è molta esagerazione e che se il telescopio fosse ciò che si pretende da alcuni non se ne costruirebbero come, ad esempio, quello grandissimo che si sta allestendo ad Ottawa (Canada America) con specchio di vetro a dimensioni pari a quello di lord Rosse. Occorre del resto osservare che si può sempre sostituire uno strumento coll'altro (fino ad un metro d'apertura: oltrepassando tale dimensione il telescopio solo può regnare). Si può dire che i due strumenti si completano e oggi preferire l'uno all'altro sarebbe ridicolo, poichè ciascuno ha i suoi pregi.

I vantaggi del telescopio sono: 1°, la lunghezza focale nel rapporto di 2 a 5 col canocchiale; 2°, a potenza uguale riesce più maneggevole e leggero; 3°, molto più economico (un obiettivo da rifrattore di 25 cm. di diametro costa circa 4500 lire, mentre uno da riflettore costa 900 lire); 4°, permette l'uso della fotografia.

In cambio i suoi difetti sono: 1°, la necessità di riargentare lo specchio ad intervalli (la spesa non è però forte: 10 lire per 6 pollici); 2°, l'aver un campo più limitato del rifrattore; 3°, l'aver ad uguale apertura potenza un po' minore di quella del rifrattore, forse $\frac{1}{6}$.

Conclusione: se il telescopio è uno splendido strumento, il rifrattore non lo è meno.

Tornando sulla prima parte della questione fatta — di quanto può ingrandire uno strumento — la tratterò a fondo.

Che cosa si intende per ingrandimento lineare? Esso è il rapporto fra il diametro apparente di un

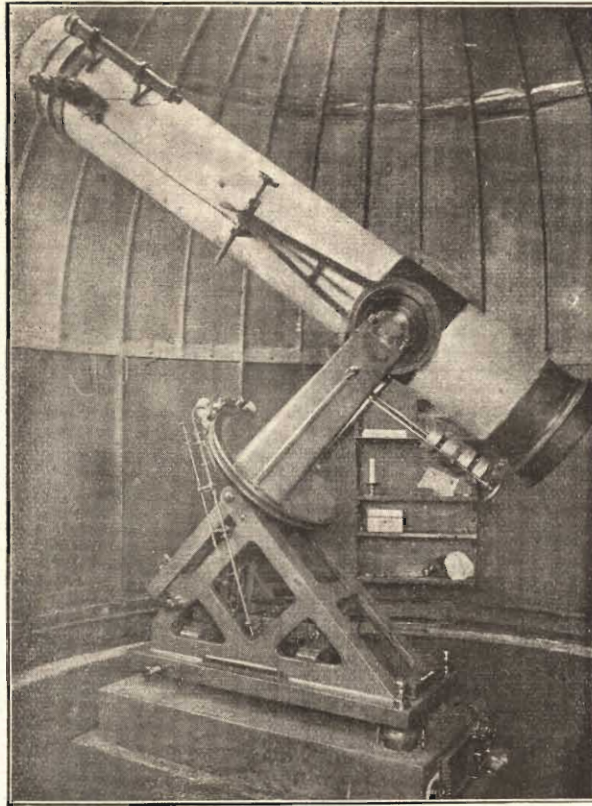


Fig. 8. — Telescopio della Specola Marciana a Bergamo.

oggetto visto attraverso l'istrumento ed il diametro apparente dello stesso visto ad occhio nudo. Indicando con F la distanza focale principale di un obiettivo e con f quella dell'oculare, l'espressione approssimativa dell'ingrandimento sarà data dalla seguente formula:

$$I = \frac{F}{f}$$

Essa mostra che l'ingrandimento è tanto più grande quanto più lo sarà F in rapporto a f ; ma non può aumentare indefinitamente perchè l'intensità delle immagini ricevute dall'obiettivo è in ragione diretta del suo diametro. Esiste dunque, fra lo splendore e l'immagine, una proporzione che non può essere oltrepassata. L'intensità d'una immagine dipende dal numero dei raggi che si radunano in ciascuno dei suoi punti. Più la superficie dell'obiettivo sarà grande e più l'immagine

focale, ricevendo raggi, sopporterà un forte ingrandimento; in cambio, più si aumenterà quest'ultimo e più si diminuirà l'intensità, perchè si aumenta la superficie.

In una parola, è uno stendere la luce sopra superfici sempre più grandi.

Il fatto è specialmente sensibile con oggetti che non hanno luce propria, come, per esempio, le comete od i pianeti. Essi non sopportano facilmente gli ingrandimenti quanto le stelle fisse già per se stesse luminose.

Mettendosi nelle migliori condizioni possibili (ed esse sono numerose) si trovò che per i rifrattori non si doveva oltrepassare da 16 a 18 volte il loro diametro, trattandosi di corpi aventi diametro; ma per le stelle fisse la cifra può essere raddoppiata ed oltre.

Ecco un esempio: le osservazioni di Marte durante l'opposizione del 1896, fatte col rifrattore di 63 cm. d'apertura dell'Osservatorio di Lowell a Flagstaff (Arizona) in eccellenti condizioni atmosferiche, variarono da 370 a 728, mentre gli oculari del micrometro (misure di stelle, ecc.) sono di 2104 e 2818 d'ingrandimento. Il lettore vede la differenza cui può giungere un dato strumento secondo l'oggetto osservato.

In complesso, l'ingrandimento dipende da numerosissime cause: dai difetti che può avere l'obiettivo, dallo stato atmosferico, dall'oggetto da osservarsi, dal suo potere fotogenico ed altro; specie dagli organi visuali dell'osservatore, dalla situazione dell'istrumento, dall'altitudine, cose comuni ai due tipi.

Foucault dal canto suo ottenne simili risultati. Egli dice:

« Il potere ottico è indipendente dalla lunghezza « focale: esso varia unicamente e proporzionalmente coll'estensione trasversale dello specchio e « può essere sensibilmente valutato in ragione di « 15000 unità per m. 0.10 di diametro ».

Cifra quasi uguale, se non uguale, a quella già esposta. E prosegue:

« Senza avere eseguito delle determinazioni così numerose su gli obiettivi acromatici abbiamo però riconosciuto, riducendoli alle loro superfici « utili, che sono sottomesse alla stessa legge, e « che, a diametro uguale, canocchiali e telescopi, « sono suscettibili dello stesso potere ottico » (1).

Secondo lui dunque i due strumenti avrebbero lo stesso potere. Darò, in seguito, qualche cifra in proposito. Una cosa certamente sorprenderà il lettore, ed è che più uno strumento è grande e meno ingrandisce praticamente. Sembra un controsenso e non è che una conseguenza delle molteplici ragioni citate. Viceversa, la sua penetrazione ed il suo potere ottico aumentano.

Vediamo ora in che consiste quest'ultimo.

La quantità di luce ricevuta da un'immagine formata al fuoco di uno strumento in proporzione alla sua apertura, e la visibilità di un corpo celeste in rapporto al cielo, aumentano proporzionalmente al quadrato del diametro di detta apertura. Ecco ciò che costituisce il potere ottico. In quanto al potere separatore, che si esprime in secondo d'arco, esso aumenta proporzionalmente all'aumento di diametro dell'apertura.

Foucault ed in seguito Wolf constatarono che uno strumento munito di un diaframma di m. 0,10 lascia vedere due tratti la cui distanza è visibile sotto un angolo uguale a 1" 33, vale a dire 154584 volte la distanza fra i tratti.

Il potere ottico, che aumenta colla purezza dell'aria, cresce lentamente. Si ammette che il rapporto di splendore fra due stelle è 2.512. Una stella di 4^a grandezza è dunque 2.512 volte più luminosa di una di 5^a. Quando la cifra della grandezza varia fra due stelle di 2^a, 3^a o 4^a grandezza, se ne esprime il rapporto così: (2.512)², (2.512)³, (2.512)⁴, e così di seguito. Una stella di 10^a grandezza ha dunque (2.512)⁶ = 99.544: ossia, in cifra tonda, 100 volte meno di splendore che una di 5^a grandezza.

Per trovare praticamente il potere ottico di uno strumento si divide il numero fisso 137 per il numero dei millimetri contenuto nel diametro dell'obiettivo. Si ottiene in tal modo il potere separatore espresso in secondo d'arco. Esempio:

$$137 : 108 = 1'' 27;$$

il che significa che uno strumento di 4' d'apertura deve teoricamente sdoppiare due stelle doppie, oppure qualsiasi oggetto avente 1" 27 di separazione.

Ho detto teoricamente. Infatti, non si sdoppieranno due stelle di una data distanza se non differiscono fra di loro che di una o di due grandezze.

In altre parole, bisogna che esista un certo equilibrio di splendore fra due oggetti da sdoppiare.

Teoricamente un

obiettivo di 4 pollici (108 mm.)	deve sdoppiare	1" 27
» » 5 » (135 mm.)	» »	1" 06
» » 8 » (216 mm.)	» »	0" 63
» » 10 » (274 mm.)	» »	0" 50
» » 18 » (486 mm.)	» »	0" 28
» » 24 » (648 mm.)	» »	0" 21

Pure la pratica non sempre risponde alla teoria. L'obiettivo dell'equatoriale a gomito (coudé) dell'equatoriale di Parigi, avente 20' di apertura, non scende al disotto di 0,50 (valore di un 10 pollici); mentre Schiaparelli, provando nel 1887 l'obiettivo di 18' dell'Osservatorio di Brera a Milano, scoprì che la stella ζ Idræ creduta doppia era invece tripla. Le rispettive distanze risultarono uguali a 0" 20 e 0" 25, potere teorico di un 25', quantunque l'at-

(1) Recueil des travaux scientifiques di L. Foucault, pag. 262.

mosfera di Milano non sia molto favorevole; tanto è vero che l'illustre astronomo usufruiva soltanto di una buona sera, o notte, sopra otto o dieci. Passarono talvolta anche mesi senza che fosse soddisfatto!

Un fatto analogo si presentò colla penetrazione teorica degli obiettivi, della quale occorre esporre una scala:

3,5 pollici (0,92 mm.)	deve giungere fino alla	10 ^a grandezza
4 » (108 mm.)	» »	12 ^a »
6 » (162 mm.)	» »	13 ^a »
9 » (243 mm.)	» »	14 ^a »
15 » (405 mm.)	» »	15 ^a »
26 » (702 mm.)	» »	16 ^a »
40 » (108 mm.)	» »	17 ^a »

Anche qui la teoria non risponde sempre alla pratica. Piazzì Smith, a 3000 m. sul livello del mare, giungeva con un 4' alla 14^a grandezza.

Darò ora un esempio personale:

Il 1° agosto 1914 alle 17.04 (in pieno sole), potei osservare ζ Ursus Maggiore doppia grandezza 2.4 e 5. Istrumento: riflettore di 10'. Ma non mi fu più possibile ripetere l'esperimento, causa l'influenza enorme dell'atmosfera di cui ora mi propongo intrattenere il lettore, essendo argomento importantissimo.

In una grande città, come Parigi ad esempio, mentre il coefficiente di trasparenza è minore di 0.4, verso la campagna si eleva subito a 0.8. Tale fatto prova che non si dovrebbero mai stabilire osservatori astro-fisici nei grandi centri. Oggi si comincia a comprenderlo, specie in America.

Le sorprese che l'atmosfera riserva a chi non è abituato alle osservazioni astronomiche sono straordinarie. Spesso il cielo è splendido apparentemente, ma appena si esamina un oggetto celeste appaiono delle immagini confuse od addirittura orribili causa l'essere gli alti strati atmosferici attraversati da violente correnti in diverse direzioni a noi invisibili ad occhio.

Il mio illustre amico Flammarion fece esperienze al riguardo nel suo bellissimo Osservatorio di Juvisy. Per comodità ed istruzione del lettore le traggio dalla bell'opera: *La Planète Mars* (1).

Direzione del vento	Qualità media delle immagini telescopiche (scala da 0 a 10)
Calma; pianeta visto nella nebbia	8,5
Calma; pianeta visto attraverso i cirri	8,0
Calma assoluta a livello del suolo, con cielo puro	7,5
Vento di Nord debole	5,4
» » Nord-Nord-Est debole	3,8
» » Nord-Est debole	4,5
» » Est debole	2,2
» » Sud-Est debole	4,0
» » Sud-Sud-Ovest debole	4,5
» » Sud-Ovest debole	3,1
» » Ovest debole	5,0
» » Nord-Ovest debole	3,8

Lampi detti di calore 5,0
Tempesta del sud-sud-ovest nel tempo di relativa calma al momento di ciel sereno del massimo di depressione 0,0.

Questa tabella mostra l'importanza estrema che ha l'atmosfera. Nel cielo vi sono delle vere onde che si formano al pari di quelle del mare (2).

In una importante conferenza tenuta alla Sorbona di Parigi, il 3 maggio 1910, dall'illustre dilettante americano astronomo Parcifal Lowell intorno ad un suo nuovo metodo fotografico planetario, è detto che « noi viviamo in fondo ad un oceano « d'aria sempre corso da correnti, che circolano in « tutti i sensi, formate da striscie incerte di condensa- « zioni e di rifrazioni che rinfrangono l'imma-

(1) Tomo II, pag. 250.

(2) Ma in dimensioni molto minori. Ecco qualche risultato ottenuto nel 1905 dall'ufficio idrografico degli S. U. nell'Atlantico: altezza media dell'onda m. 0,30 durante tempi cattivi: da 13 a 16 durante le tempeste. La loro lunghezza varia da 150 a 200 ed il passaggio dura da 10 a 12 secondi. Fu misurata un'onda di 800 m. con passaggio in 23 secondi.

« gine in parte o in totalità, nell'uno o nell'altro « senso, creando un'enorme pastosità ».

Bisogna quindi aspettare i buoni intervalli di calma, i quali non durano che qualche momento. Le onde atmosferiche variano da qualche millimetro ad un metro di lunghezza: sono allora visibili nell'istrumento.

Consegue così una mancanza di proporzione fra di esse e l'apertura, ed avviene che « l'immagine oscilli in « teramente col rit- « mo di un pendolo » se è l'onda più grande; o, viceversa, « non vi è « quasi più movi- « mento, bensì una « confusione del- « l'immagine nella « quale scompaio- « no i dettagli più « fini ».

Lowell continua con importantissimi schiarimenti, su istrumenti, loro grandezza, forma delle immagini ed altro. Osserva pure che nel suo Osservatorio di Flagstaff, a 2700 metri sul li-

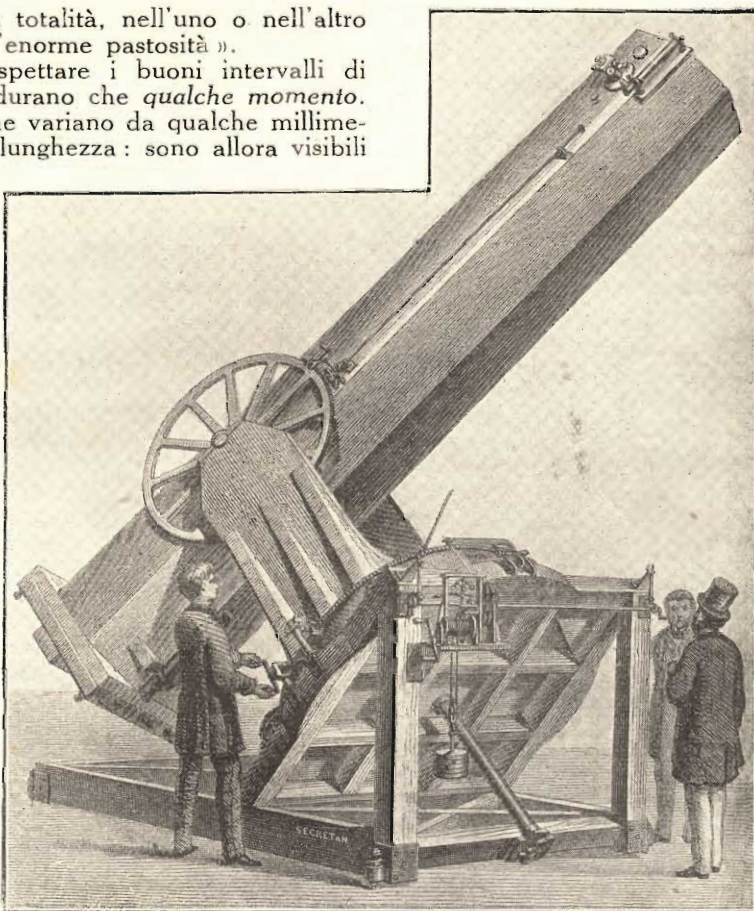


Fig. 9. — Telescopio di m. 0,80 dell'Osservatorio di Marsiglia.

vello del mare, le aperture che meglio convengono vanno da 30 a 40 centimetri. Va notato ch'egli possiede un telescopio di un metro ed un canocchiale di 63 centimetri d'apertura.

Nemmeno colà esso può utilizzare l'apertura completa. In tal caso non resta che ricorrere all'unico rimedio, cioè apporre il diaframma, riducendo e l'apertura e la potenza dell'istrumento.

Tutto quanto esposti mostra quali grandi difficoltà l'osservatore incontra coll'uso di strumenti di grandi dimensioni e potenti. Fortunatamente che v'è rimedio ad ogni male...

Contro l'atmosfera, oltre alla pazienza di uno Schia-

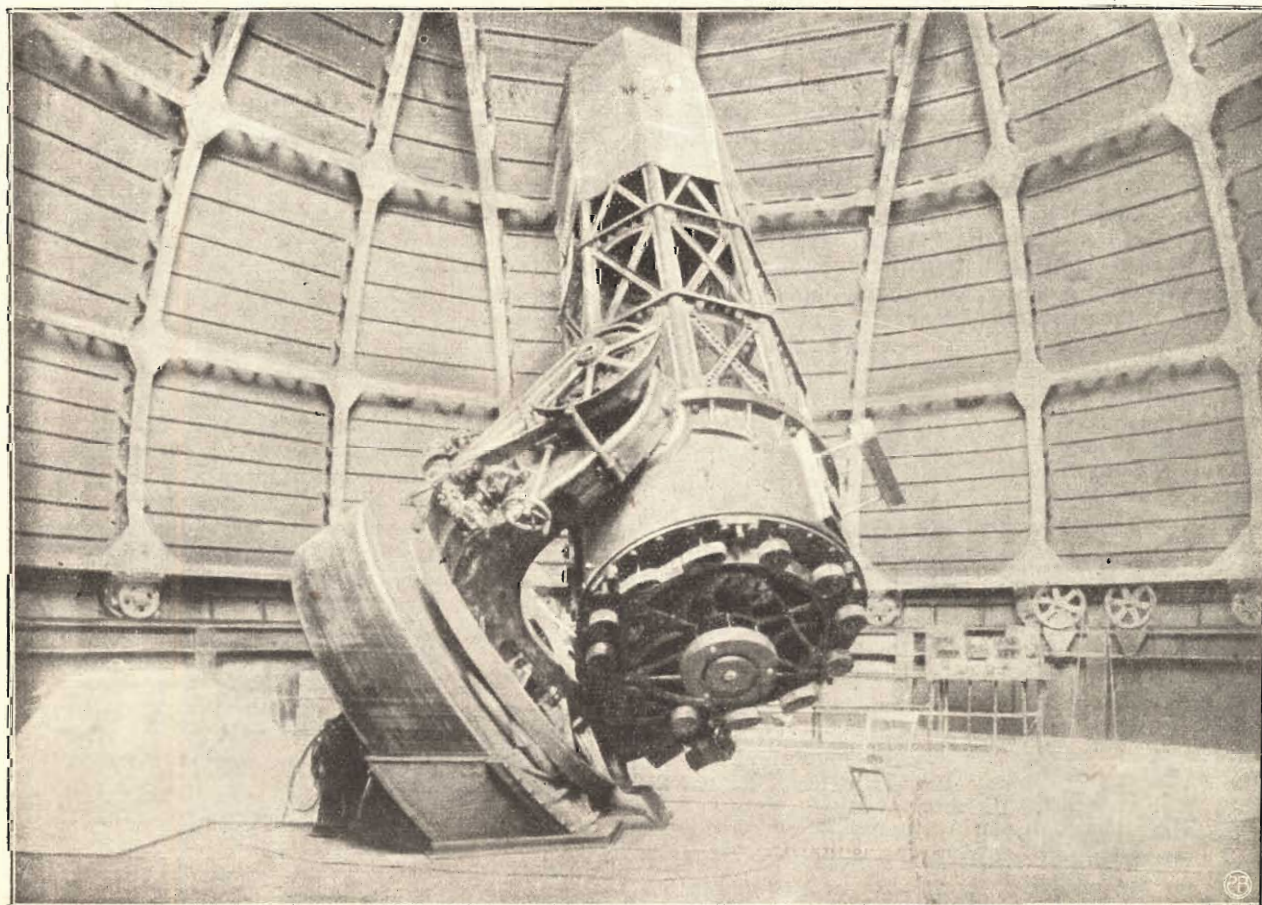


Fig. 20. — Il riflettore regalato da Carnegie all'Osservatorio del Monte Wilson.

parelli, si oppone una installazione razionale degli strumenti in aria calma e trasparente. Con essa si pone, con tutti i mezzi possibili, l'istrumento in contatto diretto anche mediante una perfetta aerazione delle cupole, ecc.

Del resto, un osservatorio di qualche importanza deve essere munito di strumenti di varie aperture, affinché si possa osservare quando lo stato dell'atmosfera e del cielo lo permettano. E qui vedo spuntar sulle labbra del cortese mio lettore una giusta osservazione:

Ma se si può sempre diaframmare un istrumento perchè averne un secondo?

Rispondo:

1°, perchè gli osservatori possono essere parecchi di capacità ed occupazioni diverse, fra le quali le planetarie e quelle stellari, da eseguirsi contemporaneamente;

2°, nei rifrattori, lo spessore dell'obiettivo aumentando col diametro, aumenta pure l'assorbimento di luce. Per esempio: se prendiamo un obiettivo di 83 cm. (30" esso avrà 12 cm. di spessore diaframmato alla metà, riuscirà inferiore ad un obiettivo di 15" non avendo esso che 5 cm. di spessore. Bisogna pure notare che mentre il primo avrà sempre una lunghezza focale di 12 m., il secondo non l'avrà che di 6.

In conclusione: senza accennare ad altre ragioni superflue, il diaframma è sempre un ripiego, una perdita di potenza; quindi, sconsigliabile in ogni caso in cui non sia assolutamente necessario.

Sopra 100 giorni osservabili, spesso solo 20, ed anche meno, permettono l'impiego dei grandi strumenti ed in ottime posizioni, s'intende; non potendo essi dare il loro massimo rendimento nel caso non si riuscisse a ridurre al minimo l'azione perturbatrice dell'atmosfera. Va notato che più la potenza dell'istrumento è grande e maggiormente i difetti dell'atmosfera appaiono amplificati. Insomma, l'obiettivo non è che una pupilla artificiale 10, 100 volte grande di quella umana (mm. 2,75 in media). Penetra così altrettanto di più ingrandendo in pari tempo tutti i difetti dell'atmosfera, come: onde, nebbie, pulviscolo, ecc. Si arriva in tal modo, malgrado tutta la potenza possibile dell'istrumento — il quale, del resto, non può eccedere certi limiti — ad un nuovo equilibrio.

Parlando degli obiettivi aplanatici ho dimostrato, secondo Foucault, qual'è il limite della loro potenza; ma la meccanica, come l'ottica, hanno pure i loro limiti. Esiste anche per l'obiettivo da rifrattare nelle sue stesse dimensioni e nel suo spessore, nell'assorbimento di luce dovuto al vetro stesso, alle quattro superfici. Le formule di Fresnel danno, per un obiettivo supposto perfettamente omogeneo e trasparente, 0,81 di luce incidente; aggiungendo le altre prime perdite, la cifra si abbas-

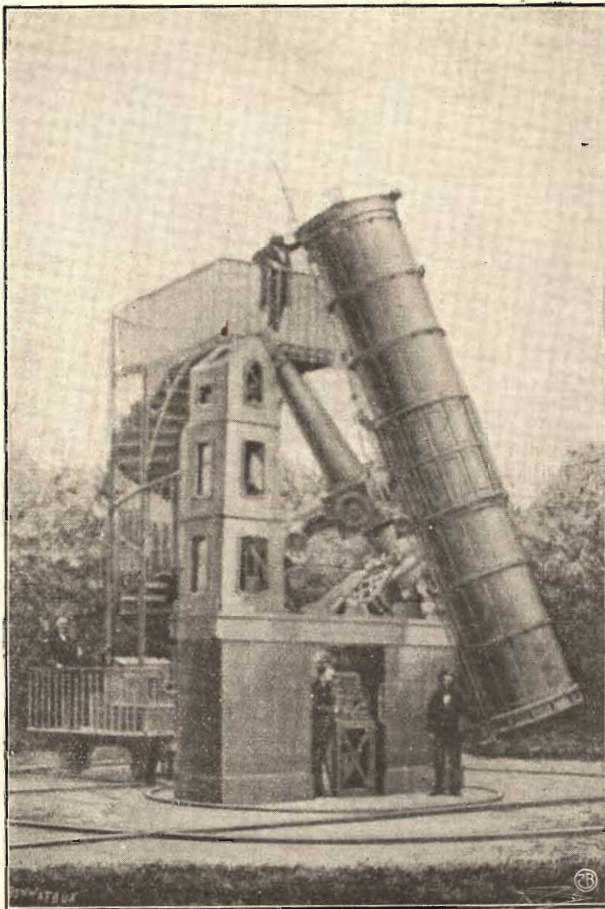


Fig. 11. — Il gran telescopio dell'Osservatorio di Parigi.

sa a 0,77 centesimi di luce incidente che lascia passare l'obiettivo normale. Ma a queste due perdite bisogna aggiungere la terza, dovuta allo spessore, ed in questo caso l'obiettivo da 30" da me citato come esempio, non lascia passare che il 51% di luce incidente. È ben vero ch'esso dà molto più luce di uno minore, ma pure qui vi è un limite. Senza voler considerare le insormontabili difficoltà che presentano la colatura di una gran massa di vetro, omogenea e senza difetti, la lavorazione, la pulitura di quattro superfici (quando non sono sei), accade che montati e diretti verso lo zenit tendono a piegarsi, mentre diretti orizzontalmente tenderanno a cedere; dal che conseguirebbe una deformazione nell'immagine che renderebbe inservibile un obiettivo troppo grande. Attualmente non sembra otticamente possibile ottenere lenti perfette che oltrepassino un metro di diametro (quella dell'Equatoriale di Yerkes è di

m. 1,08). Per dimensioni maggiori occorre servirsi del telescopio, col quale simili difetti sono quasi inesistenti.

Nella fine della prima parte dissi che la riflessione degli specchi metallici non è considerevole. Quella degli specchi di vetro è molto più grande. Secondo il fisico ed astronomo Wolf la riflessione di uno specchio argentato dopo 5 o 6 anni è ancora di 0,92 di luce incidente. Esempio il telescopio di Melbourne, che dà 0,40, se avesse uno specchio di vetro darebbe il doppio: 0,80. Pure Foucault dà una cifra simile a quella di Wolf.

Trattandosi quindi di grandi strumenti, l'avvenire, come il presente, appartiene agli specchi di vetro argentato.

Finora non considerai che obiettivi perfetti; ma, purtroppo, in pratica non avviene sempre così. I difetti di certi obiettivi sono numerosi, si scoprono, si studiano e magari si correggono a mezzo delle immagini delle stelle e con metodi d'osservazione speciali dei quali tralascio di parlare poiché si dovrebbe dire a lungo del vetro, delle sue qualità, delle curve delle lenti, delle macchie di ruggine e d'altro ancora; dell'aberrazione di sfericità cromatiche, zonale; della montatura delle lenti, degli obiettivi ecc. e che so io! Tutto un mondo di cose... Tralascio e terminando questo lungo capitolo passo ad un altro interessante assai: quello degli accessori, che formerà la III^a e seguente parte di questa mia trattazione.

Principe TROUBETZKOY.

La copertina a colori del presente fascicolo di «Scienza per Tutti» rappresenta il grande equatoriale dell'Osservatorio di Brera a Milano. (Vedi numero precedente a pag. 243 del testo.)