

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXX

1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI  
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

**Storia della scienza.** — *Sopra le caratteristiche dei cannocchiali « di Galileo » e sulla loro autenticità.* Nota di VASCO RONCHI, presentata dal Socio A. GARBASSO.

Nel maggio dell'anno corrente sono state intraprese osservazioni e misure mediante i cannocchiali che si trovano tra i cimeli Galileiani della Tribuna di Galileo nel Museo degli strumenti antichi di Firenze, per studiarli più a fondo di quello che non fosse stato fatto fin'ora; infatti di quelli che dovrebbero essere i più antichi fra tutti i cannocchiali del mondo tuttora esistenti non si conoscevano che alcuni dei dati fondamentali, e anche quelli assai grossolanamente.

Si sono studiati i due cannocchiali « di Galileo », che, come in precedenti studi <sup>(1)</sup>, continueremo a indicare coi numeri I e II, e la « lente rotta » che viene conservata in un'antica custodia di avorio. In un primo tempo sono state fatte osservazioni sul cielo con gli strumenti al completo, in modo da poter ripetere quelle stesse di Galileo; in seguito sono state determinate con misure di laboratorio le costanti e le proprietà delle singole lenti.

La prima parte, eseguita dal prof. Giorgio Abetti, nell'osservatorio astrofisico di Arcetri <sup>(2)</sup>, da accurate osservazioni della Luna, Giove, Saturno, Mizar e il Sole, alle quali ha partecipato anche il dott. Hale, direttore dell'osservatorio di Mount Wilson, ha portato a concludere che il cannocchiale I ha un potere risolutivo di 20" e un campo di 15', il II ha 10" e 15' rispettivamente; i particolari della Luna e delle macchie solari sono presso a poco come quelli descritti da Galileo; Giove appare assai irregolare e i satelliti si distinguono con molto sforzo; Saturno si vede appena allungato; e per qualche posizione dell'occhio si vedono le immagini raddoppiate.

In seguito è stata eseguita dallo scrivente <sup>(3)</sup> la seconda parte delle misure nel laboratorio di fisica dell'Ist. di studi sup. in Arcetri, e le costanti determinate si trovano nella seguente Tabella I, dove  $F =$  distanza

<sup>(1)</sup> Antonio Favaro. *Intorno ai cannocchiali costruiti e usati da Galileo Galilei*, Atti del R. Ist. Ven. di Sc., Let. e Arti, t. LX, parte II, p. 317, anno 1900.

<sup>(2)</sup> Giorgio Abetti. *I cannocchiali di Galileo e dei suoi discepoli*, l'Universo, fasc. 9, sett. 1923.

<sup>(3)</sup> Vasco Ronchi. *Sopra i cannocchiali di Galileo*. L'Universo, fasc. 10, ott. 1923.

focale;  $R_1$  e  $R_2$  = raggi di curvatura;  $n$  = indice di rifrazione;  $D$  = diametro della lente;  $d$  = diaframma;  $s$  = spessore al centro.

	F	$R_1$	$R_2$	$n$	D	$d$	$s$
Obb. I . . .	132.7	99.55	346.5	1.580	5.1	2.6	0.25
Ocul. I . . .	— 9.52	$\infty$	4.85	1.509	2.6	1.1	0.30
Obb. II. . .	95.6	53.5	5050.	1.550	3.7	1.6	0.20
Ocul. II . . .	— 4.88	5.15	5.15	1.527	2.2 1.7	1.6	0.18
Lente rotta .	168.9	94.16	1436.3	1.523	5.8		

Tutte le lunghezze sono in cm. e relative alla zona centrale per  $\lambda = 5500$  U. Å. L'ocul. II ha due valori di  $D$  perchè il dischetto di vetro ha cm. 2.2 di diametro, ma la parte lavorata è cm. 1.7.

Ho poi determinato l'aberrazione cromatica, come risulta dalla seguente Tabella:

$\lambda$ (U. Å.) . .	4500	5000	5500	6000	6500	7000
Obb. I . . .	130.4	131.7	132.7	133.3	133.7	133.9
Obb. II. . .	93.8	95.0	95.6	96.2	96.5	96.9
Lente rotta .	166.3	167.8	168.9	169.7	170.2	170.5

Sono giunto a questi risultati col metodo delle *frangie di combinazione* <sup>(1)</sup> con un reticolo di 10 tratti per mm. Colle *frangie di ombra* ho studiato le irregolarità, che sono risultate veramente forti; ma, certo, la lente rotta segna rispetto alle altre un notevole progresso. Merita speciale menzione il fatto che le superficie degli obbiettivi non sono sferiche, anche a parte le piccole irregolarità sparse qua e là, ma hanno un andamento quasi di calotta di ellissoide, per cui vengono a possedere dell'astigmatismo sull'asse. L'obb. I ha poi cm. 2.7 di differenza fra la distanza focale del bordo a quella del centro, mentre per l'obb. II tale differenza è cm. 2.2 e trascurabile per la lente rotta.

Anche quest'ultima fu esaminata sul cielo, accoppiata coll'Ocul. I, in modo che ne risultò un cannocchiale di 18 ingrandimenti, mentre l'I ne ha 14 e il II 20. I risultati confermarono pienamente quanto c'era da aspettarsi in seguito alle misure di laboratorio.

\*  
\* \*

Questi cimeli si dicono costruiti da Galileo, ma le prove storiche, raccolte dal Favaro <sup>(2)</sup>, non sono certo complete. Perciò dal momento che i

<sup>(1)</sup> Vasco Ronchi, *Studio delle superficie e dei sistemi ottici mediante i reticoli*. Rend. Acc. dei Linc., XXXII, 5-6, 1923.

<sup>(2)</sup> Antonio Favaro, loc. cit.

dati raccolti ora potevano portar nuova luce, ho cercato fra le opere Galileiane del periodo relativo all'invenzione del cannocchiale, se si avevano accenni alla potenza e alla qualità degli strumenti usati e costruiti dal Grande Maestro. E specialmente il Suo carteggio degli anni 1609-1614 è risultato una preziosa miniera di notizie.

Intanto certamente Galileo ha costruito e usato cannocchiali molto migliori di questi, come risulta dalla precisione veramente meravigliosa e dall'abbondanza dei dati su i satelliti di Giove, dalla descrizione dei particolari della Luna, e degli aspetti dei Pianeti [391] <sup>(1)</sup>, dall'ingrandimento anche superiore a 30, e dal potere risolutivo che deve aver raggiunto anche 2" [476 e 576].

Ma ciò non esclude affatto che i cimeli in esame siano stati costruiti da Galileo, mentre molte altre ragioni militano in favore di questa tesi. Perchè se Galileo costruì cannocchiali di oltre 30 ingrandimenti, cominciò da 3, poi 9 (v. *Sidereus Nuncius*) e in pochi mesi arrivò a 20 e in seguito a 30 e più; dunque tra i primi ce ne dovevano essere anche con circa 15 ingrandimenti. Inoltre dei numerosissimi strumenti che costruiva, pochi riuscivano di sua soddisfazione [277] e dovette faticare e spendere moltissimo perfezionando la lavorazione e facendosi fondere appositi vetri [402] per ottenere cannocchiali capaci di mostrare « le nuove scoperte » celesti. Dunque Galileo deve aver costruito cannocchiali dello stesso grado di quelli ora studiati.

D'altra parte questi non possono essere di un altro costruttore. Di uno successivo non possono essere perchè l'uso dell'oculare negativo fu abbandonato quasi subito; e perchè subito cominciò una gara a chi costruiva obiettivi con maggior distanza focale, per aver maggior ingrandimento, cosicchè, anche senza arrivare agli scolari di Galileo, tra cui il Mariani detto il « Tordo » ha costruito un cannocchiale di circa 8 m. che si conserva ancora, anche nel 1613 si avevano strumenti di parecchi metri [687 e 948]. Inoltre l'ottica pratica fece in pochissimi anni un progresso tale che nessun'altra lente di quell'epoca, fra le molte che si conservano nel Museo, presenta delle irregolarità dello stesso ordine di quelle Galileiane; anzi una del Torricelli, di 105 cm. di diametro e 572.5 cm. di distanza focale, è risultata alle prove così perfetta che poche fabbriche oggi la saprebbero fare uguale. Tale progresso si manifesta anche nella foggia stessa dei cannocchiali, per cui quelli Galileiani sembrano antichità già rispetto a quelli di poche decine di anni dopo.

<sup>(1)</sup> La ristrettezza di spazio non permette di riportare i brani originali in prova di quanto si asserisce; ma chi voglia conoscerli può trovarli nel citato articolo dello scrivente su « L'Universo », o riferirsi senz'altro alle lettere raccolte nella Edizione Nazionale delle Opere di Galileo, vol. X e XI, i numeri d'ordine delle quali sono quelli intercalati nel testo fra parentesi quadre.

E non possono essere di un costruttore contemporaneo, perchè seppure fin dai primi anni moltissimi abili artefici del tempo hanno cercato di copiare, sia in Italia che all'estero, i cannocchiali di Galileo, nessuno, ripeto: nei primi anni, riuscì a farne tali che permettessero di vedere i satelliti di Giove. E questo, oltre che da innumerevoli attestazioni [268 etc.] risulta dalle continue richieste di strumenti che Galileo riceveva da tutte le parti, da amici e da regnanti di tutta l'Europa, i quali non riuscivano a veder nulla con quelli fatti sul posto: tanto che anche l'opposizione fierissima che Galileo trovò alle prime comunicazioni delle sue scoperte, cadde completamente solo dopo che Lui stesso ebbe potuto costruire tanti cannocchiali, da far rilevare a tutti i dotti del tempo la verità delle sue affermazioni.

D'altra parte, se, come sembra probabile da quanto si è detto, si ammette che questi cimeli sono cannocchiali di Galileo, e anzi dei primi da Lui costruiti, si trovano numerose conferme nei particolari strumentali venuti alla luce colle misure ottiche.

Perchè mentre la forma delle lenti, praticamente piano-convesse e piano-concave <sup>(1)</sup> va d'accordo colla descrizione che ne fa Galileo nel *Sidereus Nuncius* <sup>(2)</sup>, esse sono anche diaframmate come risulta che Egli diaframmasse gli obbiettivi nel 1610 [437 e 446]; e risulta pure [446] che l'accorciamento della distanza focale, togliendo il diaframma, era assai notevole, come appunto è in queste. E è notevole poi che ancora nel 1610 (e non più in seguito) Egli stesso consigliasse [529] l'uso di un *diaframma ovale* come appunto richiedevano delle lenti con astigmatismo sull'asse. Si aggiunga che Martino Horky, sia pure accanito avversario del Maestro, in più luoghi (ma ancora nel 1610) [301, 314 e 348] afferma di aver visto quadrupla la Mizar che è doppia e doppia la Spica della Vergine che è semplice, e questo con un cannocchiale di Galileo e in Sua presenza; si aggiunga inoltre che il campo dei primi cannocchiali in uso era circa 15' e subito dopo, per l'aumentata lunghezza, scese a 8' [548]; e si aggiunga ancora che è molto naturale conservare dei *primi* strumenti quando ancora sono rari, e bisogna concludere che i cimeli Galileiani sono effettivamente di Galileo e proprio dei primi cannocchiali di Galileo.

\*  
\* \*

Dunque questi cimeli che stanno a indicare quasi il punto di partenza e non quello a cui Galileo ha fatto arrivare l'ottica pratica, mettono in luce un nuovo merito del grande Maestro, merito che, seppure piccolo di fronte agli altri che a Lui spettano, non deve essere passato sotto silenzio.

(1) L'ocul. II è biconcavo; ma con tutta probabilità è un'aggiunta posteriore, perchè è assai meglio lavorato e di vetro molto migliore delle altre lenti; e, anche, il Nelli nella sua *Vita di Galileo* (ediz. di Losanna, vol. I, pag. 197, 1793) lo dà per mancante.

(2) Ediz. Nazion. vol. III, pag. 60, in fine.

Perchè Egli direttamente e indirettamente portò e provocò uno straordinario sviluppo nell'ottica pratica, se nel 1610 le lenti si costruivano come quelle di questi cannocchiali, e solo 36 anni dopo il Torricelli era in grado di costruire la sua lente innanzi citata. E il merito di ciò va a Colui che rivolse al cielo *l'occhiale* che anche altri avevano costruito, ma non avevano sollevato dal guardare le cose terrene.

Cosicchè se a Galileo si è voluto contrastare l'invenzione del cannocchiale, non gli si può negare il merito di aver costruito il primo cannocchiale astronomico, cioè capace di vedere e studiare il mondo celeste.

**Chimica.** — *Sulle durezza delle leghe di piombo e tallio e di cadmio e tallio.* Nota di CLARA DI CAPUA presentata dal Corrispondente N. PARRAVANO <sup>(1)</sup>.

Le prime relazioni precise tra durezza e costituzione delle leghe furono stabilite da Benedicks <sup>(2)</sup>, il quale mise in rapporto la durezza con la pressione osmotica dovuta alla presenza di sostanze estranee in soluzione solida, e fece rilevare che l'aumento di pressione osmotica dovuta all'aumento di concentrazione della sostanza disciolta accresce la durezza. Egli riconobbe pertanto come proprietà generale dei metalli quella di aumentare anche notevolmente di durezza per la dissoluzione allo stato solido di corpi diversi.

Ma i primi diagrammi di durezza, i quali mettono in relazione la variazione di questa proprietà in una serie di leghe binarie con il diagramma di fusione, sono dovuti a Kurnakow <sup>(3)</sup>. Essi mostrano una grande semplicità e una stretta relazione con la costituzione e struttura delle leghe; e le misure di durezza sono state perciò in seguito più volte utilizzate per risolvere anche questioni delicate sulla natura di certe leghe come quelle riguardanti i composti a composizione indefinita.

In sostanza le nostre conoscenze in proposito si possono così riassumere: se due metalli non formano nè composti, nè soluzioni solide, la durezza varia in modo lineare dall'uno all'altro; la presenza di soluzioni solide accresce la durezza in tutto il campo in cui si ha entrata in soluzione allo stato solido; i composti fra metalli sono in genere più duri dei metalli componenti.

A maggiormente illustrare i rapporti tra diagrammi di fusione e di durezza ho descritto i diagrammi di durezza di alcune serie di leghe binarie.

<sup>(1)</sup> Presentata nella seduta del 4 novembre 1923.

<sup>(2)</sup> Zeit. Phys. Ch. 36, 529 (1901).

<sup>(3)</sup> Zeit. anorg. Ch. 60, 1 (1908); id. 64, 149 (1909); id. 68, 123 (1910).