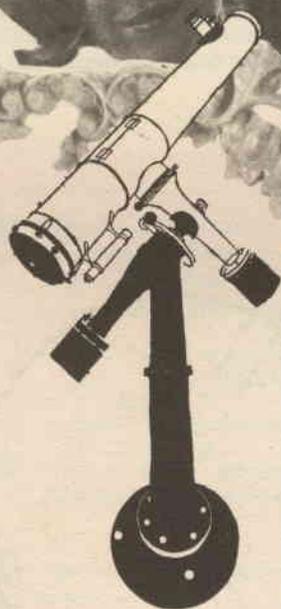


**Con esso Isacco Newton per primo vide come è emessa la luce negli astri**



# come costruire uno specchio parabolico

Tutti sappiamo che le cose acquistano vita e forma grazie alla luce, provocando in noi sensazioni diverse a seconda dell'intensità con cui la luce colpisce ciò che ci circonda; ma se desideriamo che un corpo da noi lontanissimo che colpisce il nostro sguardo come un piccolo punto luminoso sia da noi scrutato e studiato, allora occorrerà studiare anche i fenomeni collegati all'emissione di luce da parte dei corpi per poter propriamente fare uno degli strumenti ottici.

Rilevatore e studioso di questi fenomeni e di questi strumenti fu Isacco Newton, inventore dello specchio parabolico e del telescopio che, con questo specchio, Egli stesso costruì per primo. Infatti, Egli sperimentò che dal Sole, e, s'intende, da tutti gli astri, la luce emessa si dirige nello spazio cosmico in linea retta con una intensità luminosa calcolata in base all'area totale

di ogni astro; sperimentò inoltre che, facendola convergere su di una superficie curva riflettente, il raggio di luce veniva a riflettersi nel centro di curvatura di detto specchio colpendo poi un punto dell'«asse ottico» lungo il quale viene a trovarsi il fuoco (F) dello specchio (fig. 1).

In geometria, calcolando la superficie totale di un «settole sferico» noi avremo  $S = \pi \times r \times (2h + a)$ ; ma è meglio fare questo calcolo: area della calotta = superficie laterale = il prefisso  $0,2832 \times r \times h$ ; se vogliamo invece la superficie totale = sup. laterale +  $a^2 \times \pi$  (fig. 2).

Iniziamo, quindi, la costruzione del nostro «specchio parabolico», completandolo con la dovuta argentatura: per ottenere uno specchio atto a dare buoni risultati in rapporto alle dimensioni

**di Giuseppe Buonocore**

del telescopio, si richiede naturalmente un'ottica perfetta e corretta da aberrazioni cromatiche. Chi ami eseguire questo lavoro con le proprie mani e sia dotato di molta pazienza può provare, dato che i prodotti in commercio sono generalmente costosi e non sempre soddisfacenti a certe esigenze.

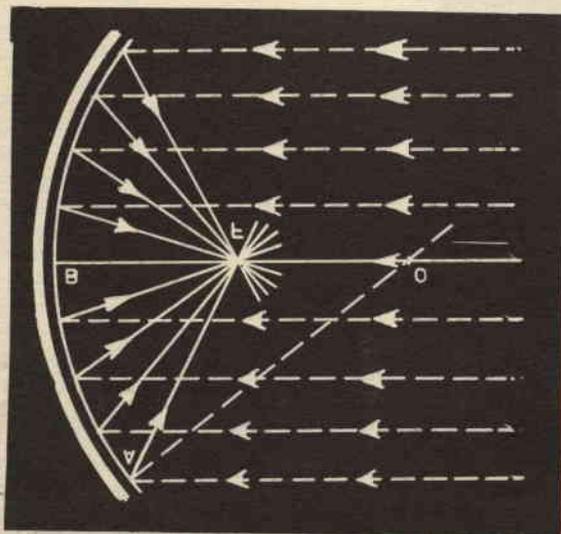
Naturalmente, il telescopio che costruiremo con il nostro specchio sarà uno strumento a rifles-

so; è quindi necessario rinnovarla di frequente ma, se lo specchio è « alluminato », la durata risulterà maggiore.

Certo è però bene sapere che, mentre l'argenteratura possiamo applicarla da noi stessi, l'alluminatura è bene che sia fatta da una ditta competente, essendo applicata sul vetro elettricamente.

Quindi, il metodo di lavorazione che vado ad esporre è bene che sia praticato unicamente per specchi dai 10 ai 30 cm di diametro, poiché per diametri maggiori occorrerebbe un'attrezzatura non indifferente, pur se è vero che tanto maggiore è il diametro di un parabolico, tanto migliore è il suo potere separatore.

Il potere separatore di un obiettivo, che sia a specchio parabolico oppure a lente, il cui diametro  $D$  (in mm) è sempre riferito ad una lunghezza d'onda media dello spettro visibile, è esprimibile « in secondi luce » e quindi, più grande è lo specchio tanto è maggiore la facoltà



sione a montatura di Newton; vale a dire che i raggi luminosi sono riflessi da uno specchietto piano posto a  $45^\circ$ , o da un prisma retto (a riflessione detta « totale », e vengono così a formare l'immagine lateralmente al tubo del telescopio, in posizione facilmente diretta verso l'occhio dell'osservatore (fig. 3).

**Costruzione.** — La superficie ottica da lavorare è solamente quella dello specchio concavo, che a costruzione ultimata deve rendere: un perfetto anacromatismo; un ottimo potere di riflessione; la possibilità di realizzare un telescopio con lente d'obbiettivo di maggiore diametro, data l'assenza di aberrazione cromatica; la possibilità di costruzione con una attrezzatura molto semplice; sì, si noti che, a causa dell'esposizione all'aria, spesso molto umida, l'argenteratura si deteriora pre-

Fig. 1

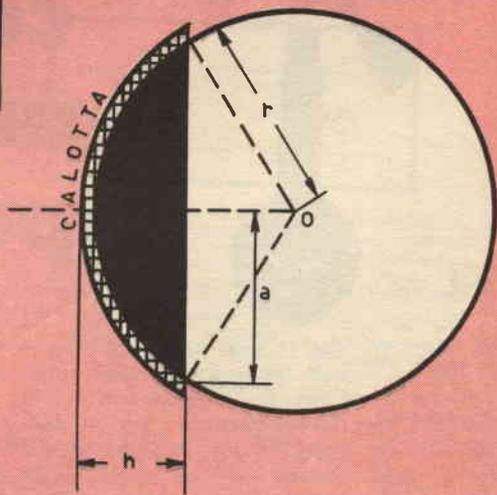


Fig. 2

di distinguere la stella più lontana discernibile. La scelta, quindi, cadrebbe su specchi molto grandi, ma la dimensione  $D$  dello specchio è però condizionata dallo spazio a disposizione.

Dico ciò perché, se vogliamo uno strumento di grande apertura, il locale di osservazione dovrà essere molto ampio: a  $\phi$  maggiore deve corri-

spondere F (focale) maggiore, che non deve essere mai meno di 15 volte il diametro dell'obbiettivo, sempre calcolato in cm. Ciò per ottenere un ottimo potere separatore.

In linea di massima, sappiamo che l'ingrandimento è definito dalla espressione:

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

F è la lunghezza focale dell'obbiettivo e f quella dell'oculare: in realtà, a parte la conseguente diminuzione dell'angolo di ampiezza di tempo visibile, più aumenta l'ingrandimento, più si perde la chiarezza dei particolari.

Chiarito quanto sopra, andiamo a costruire il nostro specchio, dopo di aver scelto il diametro voluto.

Da un vetraio ci procureremo due dischi di vetro, che ci faremo tagliare in  $\phi$  appropriato;

**Fig. 1** - Facendo convergere un fascio di luce su uno specchio questo viene a riflettersi nel centro di curvatura dello specchio colpendo un punto dell' « asse ottico » detto fuoco.

O - Centro di curvatura  
B-O - Asse ottico;  
F - Fuoco;  
O-O - Raggio di curvatura.

**Fig. 2** - Determinazioni grafiche della calotta sferica determinante le dimensioni dello specchio.

**Fig. 3** - Schema di funzionamento della montatura di Newton.

**Fig. 4** - La corsa del centro dello specchio rispetto all'utensile deve mantenersi entro i limiti dei 4/5 di D.

**Fig. 5** - Giusto punto di curvatura dello specchio.

uno di essi sarà lo specchio parabolico per il quale si userà vetro da ottica e, affinché durante la lavorazione lo specchio non subisca deformazioni, occorrerà che il suo spessore sia proporzionalmente alto: se indichiamo con D il suo diametro, lo spessore sarà 1/5 di D; il secondo disco occorrerà per la lavorazione e costi-

## GUADAGNERETE MOLTO DENARO

Al Gioco del Lotto, solo se userete « LA NUOVA SUPER-SCOPERTA PER VINCERE AL LOTTO » che, con un gioco semplicissimo ed alla portata di tutti, garantisce vincite di **AMBI A GETTO CONTINUO**, (in media, circa 30 ogni anno). Si tratta di un gioco fisso ad investimento sicuro e può essere adoperato ogni settimana, se si desidera ottenere il massimo della resa, ovvero di tanto in tanto (con impiego modesto di capitali), se si desidera solo speculare qualche vincita. Nell'uno e nell'altro modo, comunque, viene sempre garantito l'utile netto ad ogni vincita, nessuna esclusa. Fino a nuovo ordine, ai Lettori di « SISTEMA PRATICO », viene ceduto al prezzo di L. 3.000 la copia. Nel vostro esclusivo interesse richiedetelo, inviando il relativo importo, a: **GIOVANNI DE LEONARDIS - CASELLA POSTALE 211 (REP/B) - 80100 - NAPOLI**. Oppure: **3.a Tr. Mariano Semmola, 13 (REP/B) - 80131 - NAPOLI**. (ATTENZIONE: l'acquirente del metodo che, pur seguitandolo fedelmente, non riuscisse ad ottenere le vincite descritte, sarà immediatamente rimporsato e risarcito del danno subito. QUESTA E' LA SICUREZZA!).

A NUOVE MIGLIORATE CONDIZIONI CERCANSI PRODUTTORI VENDITA CORSI PER CORRISPONDENZA PROVINCE LIBERE. OFFRESI LIRE 22.000 CONTANTI PER ISCRIZIONE OLTRE LIRE 15.000 PREMI, ISCRIZIONE ENASARCO ET CONTRATTO AGENZIA. RICHIEDESI ESPERIENZA SETTORE VENDITE PER CORRISPONDENZA O SIMILARI (ASSICURAZIONI ECC.), GIORNATA INTERAMENTE LIBERA, AUTOMOBILE. SCRIVETE S.E.P.I. - VIA GENTILONI 73/P - 00139 ROMA

## 12 triple - 97 colonne

FANTASTICA, INCREDIBILE SCOPERTA che permette di realizzare, CON LA PIÙ ASSOLUTA CERTEZZA MATEMATICA, OGNI SETTIMANA, SENZA ECCEZIONI, queste vincite:

0 ERRORI : 1 dodici, 24 undici e 72 dieci  
1 ERRORE : 1 dodici, 8 undici e 12 dieci  
2 ERRORI : 1 dodici, 4 undici e 11 dieci  
oppure : 2 undici e 15 dieci  
3 ERRORI : 3 undici e 9 dieci  
oppure : 1 undici e 5 dieci  
oppure : 3 dieci  
4 ERRORI : 1, 2, 3, 4, 6 dieci

NESSUNA CONDIZIONE! Mi impegno a versare QUALSIASI CIFRA, a semplice richiesta, a chi fosse in grado di dimostrare l'infondatezza anche parziale, di quanto ho su dichiarato. Questo poderoso sistema, che si copia direttamente sulle schedine essendo completamente sviluppato, è buono ogni settimana e per qualsiasi gioco. Costa L. 4.000. Se volete veramente vincere con poche colonne, richiedetelo subito inviando la somma, come meglio vi pare, a:

**BENIAMINO BUCCI**  
VIA S. ANGELO 11/8 71010 SERRACAPRIOLA (FOGGIA)

LA

## MICROCINESTAMPA

di PORTA GIANCARLO

SVILUPPO - INVERSIONE  
STAMPA - DUPLICATI  
RIDUZIONE 1x8-2x8-9,5-16 mm

TORINO - VIA NIZZA 362/1c  
TEL. 69.33.82

tuirà perciò l'UTENSILE meccanico. Si raccomanda che i diametri dei due vetri siano identici. Lo spessore dell'utensile deve essere non meno di 1/10 del suo D e sarà di vetro comune. I bordi dei vetri devono essere smussati lungo tutta la loro circonferenza.

Acquisteremo inoltre alcuni abrasivi per lavorare lo specchio: 500 gr di carborundum del N° 80, 100 gr dello stesso del N° 120; 100 gr del detto del N° 320; 100 gr ancora del N° 600; 50 gr di spoltiglia da 20  $\mu$  (micron); 50 gr ancora di spoltiglia da 10  $\mu$ ; 600 gr di pece nera raffinata e 450 gr di ossido di ferro, che in commercio è conosciuto con il nome di « rosso per ottici ».

Troviamo ora in casa un piccolo tavolo molto robusto e stabile, possibilmente col piano rotondo, che sarà il nostro banco da lavoro. Ricopriamo il suo piano con una tovaglia di plastica, che dovrà essere sempre lavata e ben pulita, e su di essa poniamo l'utensile, fissandolo al tavolo tramite tre tasselli di legno posti a 120° e avvistati al tavolo ben saldamente. Sarà bene, però, frapporre fra il vetro e il piano del tavolo un disco di feltro o di gomma e disporre gli abrasivi dentro dei barattoli in modo che non abbiano a mescolarsi.

Quindi, si ponga sull'utensile un mezzo cucchiaino da caffè dell'abrasivo più grosso (N° 80) e vi si aggiunga un poco d'acqua facendola co-

lare da una bottiglia a collo molto stretto, in modo che l'abrasivo con l'acqua venga a formare una pasta non molto liquida; si sovrapponga con cautela lo specchio, tenendolo con le mani ben aperte e, facendovi pressione, s'inizi il lavoro; questo sarà un movimento di va e vieni, in maniera che la corsa del centro dello specchio si mantenga entro i limiti dei 4/5 di D (fig. 4). Se, ad esempio, stiamo costruendo uno specchio di venti centimetri di D, la corsa sarà di 16 cm e lo specchio non dovrà venire ad uscire fuori dall'utensile mai più di 8 cm.

Man mano che si procede nel lavoro, si vedrà che i vetri tendono ad attaccarsi e che l'abrasivo non rode più il vetro; sarà quindi necessario sfilare delicatamente lo specchio ed aggiungere carborundum con acqua e, dopo circa due ore di paziente lavoro, si laverà lo specchio cercando di controllarne il senso della curvatura col porvi sopra un righello e procedendo come segue:

Sapendo che F è uguale alla distanza focale del nostro specchio, è noto dall'ottica elementare che il raggio di curvatura è di due volte il suo fuoco; esso ci darà quindi 2F. Se indicheremo con « d » la profondità dello specchio, avremo:

$$d = 2F - \sqrt{2F^2 - \left(\frac{D}{2}\right)^2}$$

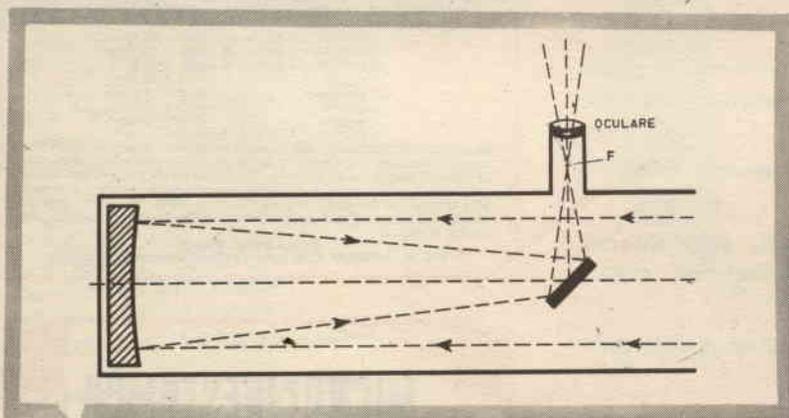


Fig. 3



Fig. 4

Ma è assai più semplice procedere come segue: si bagni lo specchio, pulendolo bene dall'abrasivo, e lo si disponga verticalmente; si schermi una lampadina tascabile con un cartoncino recante un foro di circa 1 cm e, accesa davanti allo specchio, vedremo riflessa l'immagine del foro; facendoci indietro con la lampadina, man mano, vedremo l'immagine del foro ingrandirsi, fino ad illuminare tutto lo specchio; arretrando ancora, l'immagine tornerà a diminuire di dimensioni. Quindi, la distanza precisa dove avviene l'illuminazione completa dello specchio rappresenta il raggio di curvatura; tale distanza, alla fine del lavoro, dovrà essere di 2 F.

Ogni volta che si abbandona il lavoro si puliscano bene i due vetri e si lascino sovrapposti, frapponendovi un foglio di carbone leggero; senza tale precauzione, la melma di abrasivo e di vetro, essiccando, salderebbe tra di loro i due vetri in maniera da renderne poi quasi impossibile il distacco.

Ora, passiamo a smerigliare il nostro specchio con gli abrasivi più fini: 120-320-600, con aggiunta sempre di acqua e ricordandoci che bisogna ad ogni cambio di abrasivo lavare perfettamente i due vetri, come pure il piano del tavolo da lavoro.

Per procedere poi alla levigatura dello specchio, puliremo tutto procedendo poi col solo carborundum più fine (N° 600) e quindi, rilavato ancora il tutto, con le spoltiglie da 20 micron prima e da 10 poi; a lavoro ultimato (dopo circa due ore) vedremo che lo specchio presenterà una superficie capace di riflettere il filamento della lampadina guardata sotto un angolo superiore ai 90° (fig. 5).

Avviene spesso che, durante la smerigliatura e la levigatura, si noti qualche lieve graffio che, pur non apportando alcun danno alla superficie che dovrà poi essere argentata, è bene però venga fatta scomparire.

Per la lucidatura si stia bene attenti a che l'utensile sia perfettamente pulito e liscio; lo si ricopra poi con uno strato di pece, facendola prima fondere in un tegamino ben pulito, in maniera che la fusione sia completa e che la pece non bolla. Si coli entro l'utensile e, affinché la pece liquida non sfugga lungo il giro di esso, si ponga intorno un cartoncino, tenuto ben saldo con uno cordicella fine messa a più giri. Appena la pece sarà indurita si potrà togliere il cartoncino, tenendo presente che la sua durezza deve essere tale da consentire di lasciare appena la traccia di un'unghia.

Si adagi ora lo specchio sull'utensile, frapponendo fra lo specchio e la pece un foglio di carta leggera e si lasci riposare il tutto per dodici ore

in maniera che il peso dello specchio conferisca alla pece la sua curvatura sferica.

E' importantissimo tener presente durante la lavorazione della superficie parabolica che più è

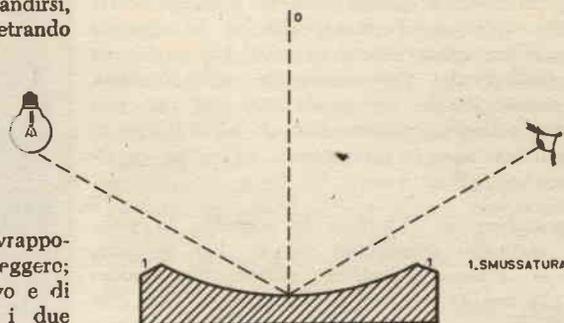


Fig. 5

distante il centro di curvatura dello specchio dal bordo della sua circonferenza esterna e, più, sarà diminuita la lunghezza focale di esso e quindi il rendimento dello strumento, anche usando un potente oculare da 5 mm di focale. Si tenga anche presente che la curvatura dello specchio deve essere omogenea, non dovendo presentare quell'avvallamento circolare al centro, come infatti spesso accade durante la lavorazione, a causa della spoltiglia che tende sempre ad accumularsi verso il centro dello specchio.

Dopo questa importante parentesi, seguitiamo il nostro lavoro, dopo aver fatto passare 12 ore come detto, per dare la lucidatura al nostro parabolico. Si versi ora entro un vasetto di vetro a bocca larga una certa quantità di ossido di ferro e vi si aggiunga acqua agitando fortemente in modo da ottenere un liquido non molto denso, ma uniforme, e lo si ponga a riposare per un paio d'ore; poi, potremo iniziare la lucidatura dello specchio. Solleviamolo dall'utensile e, tolta la carta interposta, si passi con un pennello pulito un poco di rosso per ottici e lo si distribuisca uniformemente sulla pece; i movimenti saranno eguali a quelli della sbazzatura, levigatura e smerigliatura.

Per circa un'ora proseguiremo il movimento di va e vieni (è bene che tali corse siano fatte piuttosto con movimenti lenti ma uniformi); ogni 5 minuti si aggiungerà altro rosso (senza alzare lo specchio) seguitando a muovere; otterremo la lucidatura completa in circa 5 o 7 ore di lavoro, fino a che la superficie diventi ben brillante. Fatto questo, puliremo il tutto prima con acqua corrente e poi con dello spirito, senza strofinare

con panni o con la mano. Ed ora, controlliamo la riuscita del nostro laborioso, ma soddisfacente lavoro.

Uno specchio perfettamente sferico, posto in posizione verticale, anche se non ancora argentato, rifletterà in un punto (alla distanza di  $2 F$ ) una sorgente luminosa, posta anch'essa alla distanza di  $2 F$ , in quanto  $F$  è la distanza focale di detto specchio. Pertanto, affinché lo specchio dia una immagine chiara nel suo fuoco di una sorgente luminosa proveniente da molto lontano, sarà necessario che sia parabolico, cioè che non presenti nemmeno un minimo di aberrazione o, chiamiamola pure, « distorsione » al punto di riflessione in  $2 F$ .

*Argentatura.* — Lasciato lo specchio in posizione verticale, attendiamo che sia ben asciutto, dopo la lavatura a spirito; potremo poi procedere alla sua argentatura o alluminatura. Con essa argenteremo anche il piccolo specchietto piano che occorrerà per il rimando delle immagini all'oculare del nostro costruendo telescopio.

Si tenga ben presente però, che tale argentatura deve essere data sulla superficie ottica riflettente e non al di sotto del vetro di detta superficie. Essendo l'alluminatura sconsigliabile, dovendo rivolgersi a ditte specializzate, è meglio passare ad argentare il nostro specchio parabolico, nel quale una sottile pellicola metallica dovrà ricoprire la superficie.

Si disponga quindi lo specchio in una bacinella con la superficie parabolica in alto e vi si versi, fino a ricoprirlo completamente, il liquido che dirò appresso, mescolando ben bene; quando si noterà che lo specchio si è ricoperto di un uniforme strato metallico, lo si tolga dallo bacinella e lo si ponga ad asciugare in posizione verticale, facendo così scolare il superfluo. Attenzione a non pulirlo mai con panni di sorta ogni qual volta lo porremo in posizione telescopica unitamente allo strumento astronomico; basta soffiarsi sopra a bocca ben asciutta per togliere qualche granello di polvere che vi si possa essere posato sopra.

Le soluzioni da adoperare sono due, che vanno mescolate dopo la loro preparazione: l'ammoniacale e la riducente.

L'ammoniacale si ottiene sciogliendo dieci gr di nitrato di argento in un litro di acqua distillata, aggiungendovi (durante l'argentatura) ammoniaca pura liquida fino a che la soluzione non diventi chiara.

La riducente si ottiene componendo 2 cmc di formalina al 40% mescolata in 20 cmc di acqua distillata. La stessa operazione di argentatura verrà poi fatta sullo specchietto piano, che deve avere un diametro pari ai  $2/9$  del diametro dello specchio parabolico.



un  
trasmet-  
titore  
per  
razzo-  
model-  
li