



costruzione dello **SPETTROSCOPIO**

di

Giuseppe Buonocore

Chi di noi, appassionato di fisica ottica, non si è domandato di cosa siano formati i corpi celesti e non ha desiderato fare il semplice esperimento che qui appresso vi descrivo?

Da questo esperimento risulteranno semplicemente i sette colori dell'iride e non altro, è vero; ma chi è appassionato di fisica sa che ad ogni colore corrisponde un gas che lo emette.

Mettiamo un bicchiere fatto a forma di tronco di cono e colmo d'acqua fino al bordo sul davanzale di una finestra, in pieno sole, in modo che il colmo del bicchiere (cioè la sua apertura) sporga un poco verso l'interno della stanza. Mettiamo poi un foglio di carta bianca sul pavimento sotto il davanzale e vedremo che si produrrà sul foglio un arcobaleno, cioè lo spettro solare.

Senza stare a descrivere le varie teorie e le formule della « fisica ottica » geometrica (che riguardano la dispersione, la polarizzazione e la doppia rifrazione della luce e la sua scissione nei sette colori del disco di Isacco Newton), penso sia meglio dare alcune spiegazioni di fisica astronomica.

Si sa che l'« anno luce » corrisponde ad una lunghezza di $9,463 \times 10^{12}$ Km, ossia alla distanza che la luce, viaggiante alla velocità di 299.791 Km/sec, percorre in un anno, ovvero tra i due ritorni consecutivi del Sole al medesimo punto equinoziale, o per meglio dire, alla stessa longitudine dell'eclittica in 365 d 5 h 48 m 45 s, 9/10

di sec; inoltre, gli studiosi di astronomia già conoscono la proprietà dei sistemi ottici (lenti e prismi) esenti da aberrazioni cromatiche. Ciò perché la luce, che proviene dalle varie sorgenti luminose che la emettono (gli astri), è originata esclusivamente dai gas presenti sugli astri, per cui non basterà un sistema ottico semplice (la sola lente) a poter farci verificare la composizione di tali sorgenti.

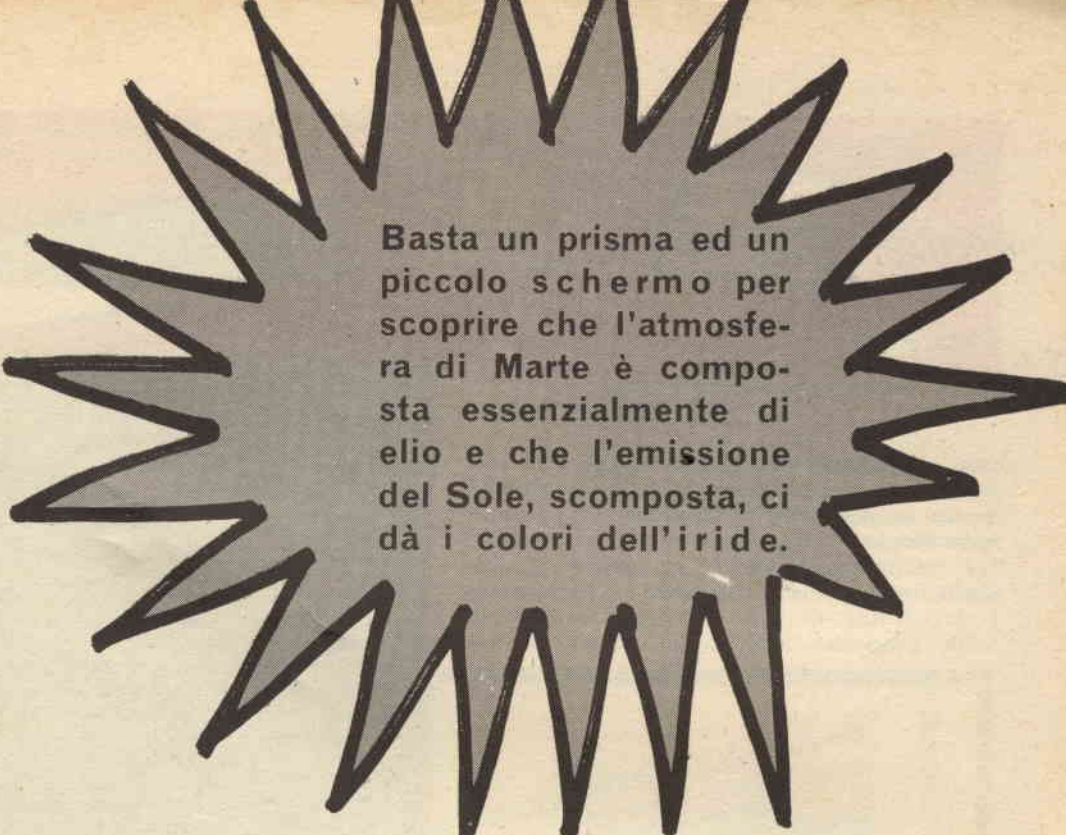
Il lettore deve però sapere che lo « spettroscopio » di cui tratterò qui non è poi uno strumento di ottica perfetta, e cioè corretta, in quanto sono proprio le iridescenze (cromatismo) che presenta tale strumento a rivelarci con le diverse rifrazioni i gas luminescenti prodotti dagli astri.

Nelle fonderie, ad esempio, si adopera il cosiddetto *pirometro-ottico* e lo *spettroscopio di massa* per constatare la fusione dei metalli ed i gas che si sviluppano allo stato fuso.

Ora, se noi umani studiamo ed industrializziamo i componenti della Terra, perché non dovremmo conoscere le composizioni che danno vita luminosa agli altri corpi celesti?

Vogliamo quindi sapere che il Sole è composto di tutti i gas e che il pianeta Marte ha nella sua atmosfera in prevalenza il *gas elio*, e quale sia la composizione di Giove, di Saturno, delle varie stelle?

Ciò è semplice se si è in possesso di uno spettroscopio.



Basta un prisma ed un
piccolo schermo per
scoprire che l'atmosfera
di Marte è composta
essenzialmente di
elio e che l'emissione
del Sole, scomposta, ci
dà i colori dell'iride.

Tale strumento ci farà constatare che la luce non monocromatica è composta di un insieme di luci di varia lunghezza d'onda che, a mezzo di prismi e di reticoli di diffrazione, possono essere separate generando quello che in fisica si chiama « spettro », ossia l'ordinato disperdersi delle varie luci.

Tali « luci » generano spettri continui e identici o a forma di fasce (bande) o di righe di tutte le lunghezze d'onda; pur se λ risulta maggiore di 8000 A, ultrarosso, o minore di 4000 A, ultravioletto, radiazioni invisibili al nostro occhio, le lastre fotografiche ordinarie sono sensibili fino a $\lambda = 2000$ A, limite di trasparenza della gelatina sensibile, e sono quindi adatte al nostro caso. La regione spettrale dalla parte del violetto è più ristretta e quindi adatta per gli studi dell'astronomo, sapendo che l'atmosfera terrestre, assorbendo di preferenza i raggi di piccola lunghezza d'onda ed arrestando il transito a quelli minori di 3000 A, dalla parte del rosso è invece aperta a tutte le radiazioni.

Costruzione dello spettroscopio. — Scopo dello strumento è di separare mediante un prisma e un reticolo di diffrazione le luci di varia lunghezza d'onda emanate da una sorgente luminosa. Le parti essenziali di tale strumento sono: la fessura, il collimatore, il prisma (o il reticolo), il cannocchiale. Si obbliga la luce a passare attraverso una fenditura rettilinea praticata in un lamina rigida e

sottile: la larghezza della fessura è regolabile e, nel nostro caso, deve essere tale e quale al diametro di una macchina fotografica. Affinché la luce che dovrà passare dalla fessura sia separata dal prisma in luci monocromatiche occorre che il fascio incidente sul prisma (fig. 1) sia costituito da raggi rigorosamente paralleli, donde la necessità del « collimatore », che è una lente (od un sistema di lenti) convergente nel cui fuoco si trova la fessura: i raggi escono allora da detta lente paralleli ed il prisma li separa secondo le leggi della rifrazione; l'osservatore vede così nel campo del cannocchiale opportunamente orientato i raggi emergenti nelle varie sezioni dello spettro.

Se all'oculare del cannocchiale si sostituisce una macchina fotografica (privata del suo obiettivo) ma con innestata una lastra per foto a colori, oppure al posto della lastra sensibile proviamo un vetro smerigliato o latteo (rivolta la smerigliatura dalla parte dell'obiettivo del cannocchiale), allora avremo costruito uno « spettrografo ». Si tenga presente però che gli spettrografi usati dagli astrofisici si applicano, come gli spettroscopi, all'estremità oculare di un telescopio equatoriale in modo che l'immagine reale dell'astro venga a giacere sulla fessura dello spettrografo.

Poiché la deviazione dei raggi (vedi fig. 2) rende più laborioso il puntamento delle stelle, l'ottico G. Battista Amici (1786-1863) di Modena ebbe la geniale idea della combinazione del « pri-

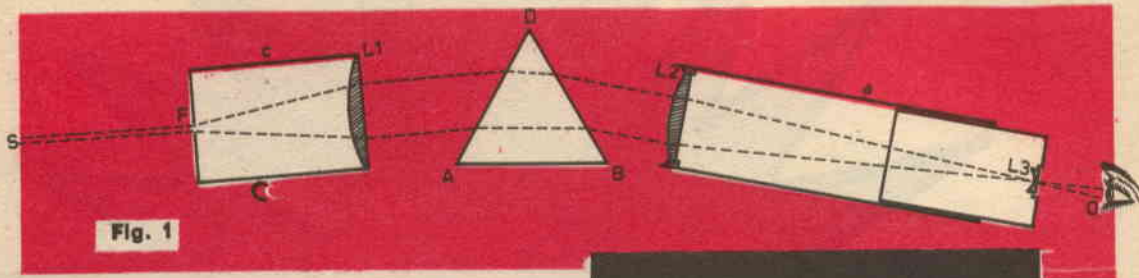


Fig. 1

Fig. 1 - S - Sorgente luminosa; C - collimatore, formato: dal tubo c; dalla fenditura F regolabile; dalla lente acromatica « convergente » L_1 , in modo che il suo piano focale coincida con la fenditura F; ABD - prisma che determina la scomposizione della luce: questo si trova fissato sopra una piattaforma orizzontale); a - telescopio, che per l'osservazione degli spettri deve essere in condizione telescopica, cioè accomodato all'infinito, regolando la distanza obiettivo-oculare L_2-L_3 in modo da vedere nitido in O un oggetto molto lontano.

Fig. 2 - Dispersione della luce con la deviazione dei raggi attraverso un prisma.

N.B. - per lo studio della spettrografia sarà conveniente munirsi di uno « Stellario » o « Planisfero Celeste » presso l'Editrice Paravia - Piazza S.S. Apostoli - Roma.

Fig. 3 - a) di vetro Flint
b) di vetro crown
c) di vetro crown

« sistema a versione diretta », che non è altro che l'unione di tre prismi in modo da abolire la deviazione della luce e favorirne la dispersione spettroscopica.

I tre prismi devono essere combacianti, essendo il centrale di vetro « flint » incuneato fra i due laterali di vetro « crown »; avremo un solido geometrico risultante in sezione un tra-

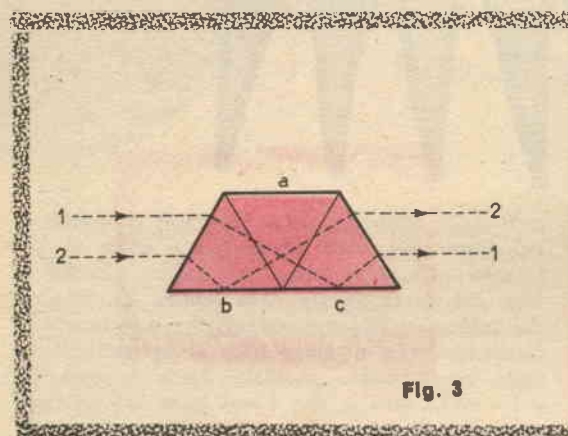


Fig. 3

pezio isoscele. (Fig. 3).

Se poi vogliamo semplificare il complesso, invece dello spettrografo possiamo usare il così detto « prisma obbiettivo », che non è altro che un prisma ottico tagliato circolarmente in modo da poter essere sovrapposto direttamente all'obbiettivo del telescopio.

Con questo sistema, la luce di tutte le stelle presenti nel campo del telescopio subisce la « dispersione » prima di raggiungere direttamente l'obbiettivo: si ottengono così altrettanti spettri quante sono le stelle presenti nello strumento. Tale « prisma obbiettivo » ha il vantaggio sullo spettrografo a fenditura di registrare su lastra fotografica o su schermo latteo gli spettri di molte stelle, ma tale prisma deve però essere di vetro di qualità molto fine.

La costruzione e l'applicazione al telescopio di detto prisma è delle più semplici: si sovrap-

pone all'obbiettivo un cono di vetro trasparente, e così ogni generatrice di esso può considerarsi come un prisma infinitamente sottile. Insomma, non si tratta altro che di una lente conica, la cui base poggia direttamente sull'obbiettivo del telescopio. Ed ora, non rimane altro agli appassionati di spettrografia stellare che di mettersi all'opera per costruire quel sistema spettrografico che a loro sembrerà più confacente, acquistando presso un ottico quanto occorrerà, più due adattatori (cioè dei semplici anelli con stretta interna a lamina e fermo) per applicare la macchina fotografica al tubo più piccolo e il tubo grande al posto dell'oculare del telescopio. Tali tubi, di metallo leggero e anneriti all'interno con vernice « nero svedese opaco », dovranno essere frizionanti l'uno entro l'altro, e occorrerà acquistarli o farseli in proprio poiché dovranno contenere i mezzi ottici prescelti.

Per tale studio allego un quadro di classificazione degli spettri stellari.

CLASSIFICAZIONE DEGLI SPETTRI STELLARI

Studiando la composizione degli astri è bene conoscere la classificazione degli spettri stellari che l'astronomo gesuita Angelo Secchi (1818-1878) di Reggio Emilia fu il primo a studiare in modo sistematico e a catalogare, suddividendoli in classi o tipi a seconda delle temperature degli astri e dei colori dati dallo spettro con le lettere: O, B, A, F, G, K, M, R, N S P.

Classe O: spettro debole continuo con sovrapposte larghe bande lucide dovute agli elementi: idrogeno, elio, ossigeno ed azoto. Stella tipica: PUPPIS.

Tipica: BETELGEUSE.

Classe R: larghe bande di assorbimento, come nella classe precedente, ma le stelle sono meno rosse delle classi M ed N.

Classe N: assorbimento specialmente intenso all'estremità rossa dello spettro, in bande dovute all'ossido di carbonio ed al cianogeno. Stelle rare, ma tutte rossissime.

Classe S: righe spettrali e bande d'assorbimento dovute all'ossido di zirconio. Stelle rare.

Classe P: spettri delle nebulose gassose, consistenti in righe lucide.

A differenza del Sole, le stelle sono molto più distanti da noi, pur se alcune hanno diametro maggiore del Sole. Il Sole è distante da noi 149.670.000 Km e data questa, per così dire, minima distanza da noi se ne può studiare più facilmente la composizione che, comprendendo

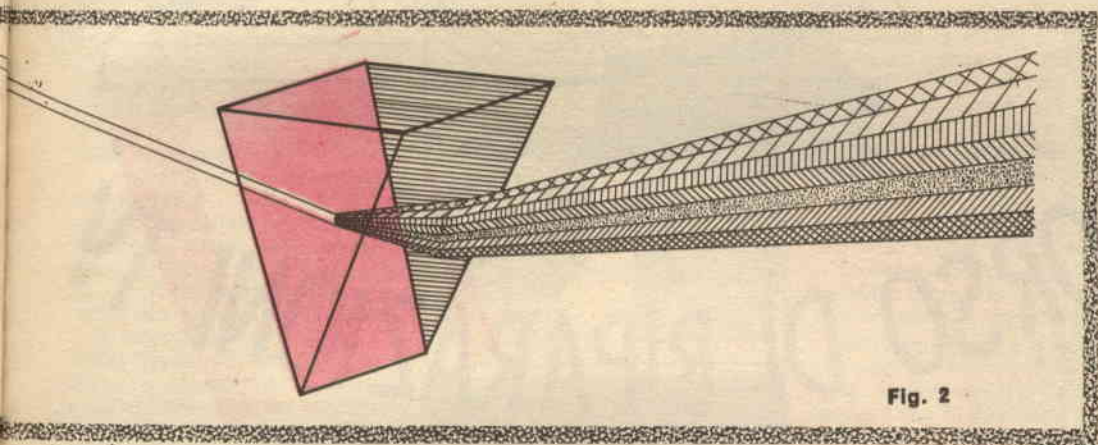


Fig. 2

Classe B: senza righe lucide. Sono invece intense le righe d'assorbimento dell'idrogeno e dell'elio: ORIONE.

Classe A: senza le righe dell'elio, rilevantissime le righe dell'idrogeno, nonché dei metalli.
• Stella tipica: SIRIO.

Classe F: forte risalto delle righe metalliche; ci avviciniamo al tipo spettrale. Tipica: GEMINORUM.

Classe G: spettro solare. Linee metalliche intense quanto le idrogeniche e marcatissimo il calcio. Stella tipica: CAPPELLA.

Classe K: righe del calcio e metalliche; incomincia a vedersi l'ossido di titanio. Tipica: ARTURO.

Classe M: larghe bande d'assorbimento, dovute maggiormente all'ossido di titanio. Intense quelle del calcio e le metalliche (colore rosso).

tutti i gas, ci dà lo spettro dell'iride; un qualsiasi pianeta, studiato allo spettroscopio, ci mostra sempre la prevalenza del colore dato dal più abbondante gas che ne compone l'atmosfera (per es. GIOVE, giallo: zolfo; VENERE, bluastro: azoto; MARTE, rossastro: elio; ICARO (asteroide), rossastro: carbonio ed elio).

E' da tener presente che il colore di un astro, visto ad occhio nudo o con un normale telescopio, dipende anche dalla sua temperatura, però la materia tenuissima (pulviscolo cosmico) che si trova negli spazi siderali causa un sensibile assorbimento della radiazione ed in misura diversa nelle diverse lunghezze d'onda (assorbimento selettivo), venendo maggiormente assorbite le radiazioni di minore lunghezza d'onda. Conseguentemente si ha un « arrossamento » della luce stellare, tanto più notevole quanto maggiore è la distanza.