vatorio di New-York; e questa volta il telegramma americano annunziava appunto che una forte perturbazione atmosferica attraversando l'Atlantico sarebbe giunta sulle coste inglesi tra il 6 e l'8 dicembre.

Dal fatto di sopra esposto apparisce sempre più la necessità in meteorologia elettrica di fare osservazioni dirette per riferire le variazioni elettriche all'aspetto del cielo ed alle condizioni dell'atmosfera, e ciò anche quando gli apparecchi grafici finora escogitati non fossero costosi, complicati, e per giunta, infedeli.

SUI FENOMENI CHE SI PRODUCONO COLLA SOVRAPPOSIZIONE DI DUE
RETICOLI E SOPRA ALCUNE LORO APPLICAZIONI; MEMORIA DI
AUGUSTO RIGHI ¹⁾.

CAP. III. *Costruzione delle lastrine rigate.*

Dopo molti tentativi mi persuasi di dover abbandonare la costruzione delle lastrine indicata nel cap. I, consistente cioè nel togliere con una punta d'acciaio acutissima, una vernice opaca distesa sulla lastra, adoperando una di quelle macchine a rigature o à *guilloter*, tanto usate dai litografi ed incisori.

Da una parte i tratti trasparenti fatti dalla punta riescono assai irregolari, tanto che, visti al microscopio con piccolo ingrandimento, appariscono limitati, non da linee rette, ma da linee irregolarissime, e dentellate. Inoltre, il tratto trasparente, per quanto sottile sia lo strato opaco disteso sulla lastra, riesce sempre tanto largo, da essere impossibile il fare più di dieci o dodici tratti nell'intervallo d'un millimetro.

D'altra parte le macchine suddette, quand'anche sieno di ottima costruzione in vista dell'uso pel quale sono fabbricate, non danno sufficiente uniformità nella larghezza degli intervalli fra i successivi tratti.

In generale, la vite, che fa spostare il carretto, su cui è fissata la lastra, quand'anche abbia il passo costante, non ha il

1) *Continuazione e fine.* V. pag. 203 del volume precedente.

verme di forma esattamente elicoidale; cosicchè i vari tratti che si ottengono con un giro di vite non sono equidistanti, benchè forse coi successivi giri le distanze dei tratti si riproducano periodicamente. Succede allora che la rigatura ottenuta, invece di essere formata da righe tutte equidistanti, risulta costituita da righe ad intervalli irregolari ma a periodi; e le frangie, che si ottengono sovrapponendo due lastrine, anzichè di forma rettilinea, si mostrano con una forma sinuosa o a sega.

Pensai quindi di ricorrere a metodi fotografici, e cioè ad ottenere le lastrine finamente rigate, fotografando un grande cartone bianco, sul quale erano tracciate righe nere equidistanti. Queste righe erano larghe poco più di $\frac{2}{3}$ di millimetro, e distanti di poco meno della stessa quantità.

La loro distanza era anzi esattamente di $\frac{4}{3}$ di millimetro, misurandola dall'asse d'una riga a quello della successiva. Adoperai una grande macchina fotografica da ritratti, munita di un diaframma di conveniente apertura; e feci uso di lastre secche al gelatino-bromuro d'argento.

Riconobbi però subito ch'è quasi impossibile ottenere in pari tempo una completa opacità nei tratti oscuri della negativa ed una completa trasparenza nei tratti chiari, per cui le frangie, che si sviluppano sovrapponendo due di tali negative, sono poco marcate. Inoltre basta osservare al microscopio una di tali negative per riconoscere che la grandezza delle particelle nere irregolari, che formano le parti oscure dell'immagine, hanno dimensioni tali da non permettere di avere righe a contorni ben netti.

Tentai allora un altro processo fotografico, e precisamente quello all'albumina, ben noto per la straordinaria finezza di dettagli ch'è capace di dare.

Compiute le lunghe manipolazioni necessarie per preparare le lastre all'albumina, feci un'esperienza per vedere se realmente il processo era capace di dare la finezza di dettagli per la quale è vantato. Sovrapposi perciò ad una lastra all'albumina un piccolo reticolo da microscopio e precisamente un dischetto di vetro, nel centro del quale con una punta di diamante erano state fatte dal costruttore 50 divisioni equidistanti nell'intervallo di un millimetro, ed esposi il tutto per un istante al sole, come si usa fare per avere da una negativa la copia positiva.

Sviluppata e fissata la lastra, e dopo asciugata, messa sulla piattaforma d'un microscopio, essa mostrò una riproduzione perfettissima del reticolo in vetro. I tratti finissimi delle divisioni del millimetro in cinquanta parti eguali, erano riprodotti con fedeltà perfetta ed erano nella fotografia non meno sottili e rettilinei che nel micrometro di vetro.

Restai dunque convinto della straordinaria finezza di dettagli che il processo all'albumina può dare.

Ma quando feci colle stesse lastre all'albumina delle riproduzioni in iscala assai ridotta del cartone rigato, mi accorsi di un difetto inerente al processo fotografico adoperato, in causa del quale dovetti abbandonarlo. Infatti le parti oscure dell'immagine fotografica, non erano completamente opache, anzi lo erano assai meno che col processo al gelatino-bromuro o con quello al collodio, e di più avevano una tinta rossastra. In pari tempo era difficilissimo ottenere la perfetta trasparenza nelle righe chiare dell'immagine fotografica.

Prima di mettere a parte le manipolazioni fotografiche, riprodussi molte volte dei disegni formati o da rette o meglio da striscie nere divergenti, o da cerchi concentrici, onde potere osservare le frangie in forma di sezioni coniche, che avevo previste (vedi cap. II). Le ottenni infatti in modo abbastanza soddisfacente.

Abbandonata l'idea di ottenere i reticoli, in condizioni opportune per il mio scopo, colla fotografia, non mi restava che tornare all'idea di costruirli meccanicamente con una macchina da dividere. Ma prima era necessario trovare uno strato opaco abbastanza regolare e sottile da distendere sulla lastra di vetro, per poi levarlo colla punta del diamante.

Essendo i metalli i corpi opachi per eccellenza, era naturale che pensassi ad adoperare vetro argentato. Dapprima non ne ebbi buoni risultati, poichè il velo d'argento si lacerava a falde sotto il diamante; ma poi, moltiplicate le cure, specialmente in quanto alla pulitura delle lastre, ottenni col noto metodo di Martin, lastre che si comportarono nel modo migliore.

A comodità di chi avesse bisogno d'una perfetta argentatura di lastre di vetro, indicherò alcune precauzioni utilissime, anzi quasi indispensabili che la pratica m'ha insegnato.

Il miscuglio dei quattro liquidi deve farsi a parte, e devesi ben agitare prima di versarlo nel bicchiere, entro il quale sono le lastre da argentare. Queste ed il bicchiere che le contiene, devono essere stati a lungo fregati con cotone e soluzione di potassa caustica, poi risciacquati con molta acqua distillata. Le lastre poi devono porsi nella parte superiore del bicchiere, sospese per esempio con fili di platino, e leggermente inclinate alla verticale, in modo che la faccia delle lastre, che si vuol adoperare, guardi un poco in basso. Il bicchiere deve essere alto almeno il doppio delle lastre; ciò che fa impiegare una gran quantità di liquido, ma dà risultati perfetti.

Le lastre argentate, che ottenni in questa maniera, non lasciavano nulla a desiderare. Osservate per trasparenza erano quasi completamente opache, prive di forellini e di irregolarità, e lo strato d'argento era brillantissimo e speculare da ambo le parti. Sotto il diamante diedero righe, che, anche osservate al microscopio con forte ingrandimento, apparivano veramente perfette.

La macchina da dividere che adoperai per fare le rigature delle lastre, fu quella posseduta dall'Istituto di fisica di Padova, giudicata buonissima da chi l'aveva altre volte adoperata per fare graduazioni.

Bisognava però adattarla al nuovo ufficio. Infatti il diamante della macchina ha una mobilità assai limitata, che non gli permette di fare che tratti assai brevi.

Di più, muovendolo a mano, è impossibile che la sua pressione sulla lastra sia costante; e vidi, che al variare di questa pressione, variava del pari la grossezza del segno tracciato sul vetro argentato.

Come nella maggior parte delle macchine da dividere, il diamante era fissato all'estremità d'una leva mobile intorno ad un asse orizzontale, il qual asse alla sua volta poteva subire un certo spostamento.

Cominciai dall'impedire questo spostamento, ed applicai alla leva un'asta con corsoio, che serviva da contrappeso, in modo da poter regolare per gradi la pressione, con cui il diamante si appoggiava sulla lastra, a partire dalla pressione zero.

Per ottenere i lunghi tratti, resi mobile la lastra. Sulla lunga piattaforma della macchina, destinata a ricevere le righe ed

i tubi da graduare e che è parallela alla vite, fissai due guide di acciaio parallele fra loro e perpendicolari alla sua lunghezza. Un carretto d'ottone, su cui la lastra argentata veniva fissata, poteva scorrere dolcemente su di esse. Tirandolo in fuori mentre il diamante riposava sulla lastra, si tracciava su questa una riga. Allora si teneva sollevato il diamante, si spingeva di nuovo indietro il carretto, si spostava la vite d'un piccolo angolo, si abbassava di nuovo il diamante sulla lastra, e si ripeteva il giuoco.

Si ottenevano così delle righe trasparenti equidistanti, almeno all'apparenza, abbastanza sottili per farne comodamente cento entro una larghezza d'un millimetro, restando tuttavia dall'una all'altra un intervallo opaco assai maggiore della larghezza dei segni.

Questi, anche visti con forte ingrandimento, erano perfettamente diritti, regolari, e d'uniforme larghezza per tutta la loro lunghezza.

Era facile, però entro limiti ristretti, variare questa larghezza, spostando il contrappeso, ossia variando la pressione del diamante sulla lastra. Se la prevalenza di peso dalla parte del diamante era appena sufficiente da vincere il lieve attrito dell'asse, il segno riusciva estremamente fino, tanto anzi da poterne fare mille o più ogni millimetro; aumentando la pressione il segno si allargava, ma passato un certo limite, esso diveniva irregolare, strappandosi l'argento irregolarmente e solcandosi il vetro. La massima larghezza possibile ad ottenersi con un buon diamante era di circa $\frac{1}{600}$ di millimetro. Per cui, facendo 100 segni al millimetro, restava dall'uno all'altro un intervallo opaco largo circa cinque volte quanto il segno trasparente, proporzione questa abbastanza buona per osservare delle belle frangie allorché due lastre venivano poi sovrapposte.

Però, come vedremo più oltre, non v'è utilità alcuna nel fare tratti così numerosi. Il numero più conveniente di righe per millimetro, nelle condizioni delle mie esperienze, era di 20. Ora facendo solo 20 righe al millimetro, la larghezza del segno riusciva troppo piccola in confronto della larghezza dell'intervallo opaco, in modo che le frangie non si avevano colla nettezza e visibilità desiderata.

Bisognava dunque ottenere tratti trasparenti larghi circa $\frac{1}{100}$ di millimetro, ciò che il diamante non poteva dare assolutamente.

Il sostituire a questo una punta d'acciaio non poteva dare buoni risultati. Difficilmente il segno era regolare, e dopo qualche centinaio di segni la larghezza aumentava, logorandosi la punta.

Non v'era che un mezzo, lunghissimo ed incomodo ma d'effetto sicuro, e a questo mi attenni. Fatto un primo segno, ne facevo altri dodici o quindici, tanto vicini fra loro da fondersi in un tratto unico largo $\frac{1}{100}$ di millimetro, poi spostavo la vite di 4 divisioni (ognuna delle quali produceva nel diamante uno spostamento di $\frac{1}{100}$ di millimetro) e rifacevo da capo un segno largo $\frac{1}{100}$ di millimetro, formato da tanti segni vicinissimi. Procedendo in questa guisa, ottenni finalmente una lastrina rigata con venti righe ogni millimetro, larghe la quarta parte dell'intervallo opaco, lunga, nel senso delle righe, circa 10 centimetri, e larga trasversalmente 4. Tagliata a mezzo perpendicolarmente alle righe, ne trassi due identiche lastre, che, sovrapposte, davano le frangie. Dirò fra poco quale aspetto queste presentarono.

Intanto, in quanto all'uso del diamante nel fare questi reticoli rigati, devo aggiungere alcune osservazioni, che riusciranno utili a chi avrà bisogno di costruire reticoli su vetro argentato, anche per uso di diffrazione.

I diamanti, che si trovano in commercio per uso degli incisori, sono montati all'estremità d'una asticella di ferro, per mezzo della quale vengono fissati nella macchina da dividere con viti a pressione. Non si può però impiegare il primo che capita, anzi bisogna scegliere il migliore fra cinque o sei. Per provare ogni diamante non bisogna contentarsi di fissarlo in una data posizione, ma girarlo grado a grado su se stesso, inclinarlo più o meno in un senso o nell'altro finchè si trovi una buona posizione. Ad abbreviare queste ricerche, trovai utile muovere circolarmente una lastra argentata sotto il diamante, in modo da tracciare una linea chiusa. Questa riesce in generale di diversa larghezza ed a tratto diversamente perfetto nelle varie sue parti, per cui essa mostra a colpo d'occhio in qual direzione deve scorrere la lastra sotto il diamante per avere il segno migliore,

e non resta allora che far girare il diamante di un conveniente angolo intorno ad un asse verticale.

Trovata una posizione che dà un buon segno, non bisogna accingersi alla lunga e faticosa operazione della costruzione d'un reticolo, senza prima assicurarsi che il diamante seguiti a lungo a portarsi bene. È utile perciò ancora l'osservare il diamante con una forte lente. Se è con uno spigolo che esso traccia le linee, si può essere quasi sicuri, che durerà a lungo a funzionare a dovere; ma se esso tocca la lastra con una punta, è quasi certo che si sgranerà presto coll'uso, e comincerà d'un tratto a fare segni irregolari e multipli.

Completate così le nozioni, che ho tratte dalla pratica che ho dovuto fare lungo tempo in queste manipolazioni, dirò qual risultato mi diedero le prime lastrine ottenute, che, osservate separatamente, si mostrarono perfette.

Attaccai sull'argento e alle estremità delle righe d'una delle lastrine due sottilissime listerelle di carta, onde sovrapponendole non si toccassero, e muovendole non avessero a scalfrirsi; poi le applicai una sull'altra per osservarle contro la luce.

Apparvero, secondo le previsioni, delle frangie oscure equidistanti con sfumature dall'una all'altra; ma, con mio sommo rincrescimento, invece d'essere rettilinee, erano tutte di forma sinuosa.

L'intervallo fra due sinuosità successive era di un millimetro, eguale cioè al passo della vite della macchina da dividere adoperata: ciò che mi convinse essere questa vite assai lontana dalla perfezione che gli si attribuiva. Le spire di essa saranno dunque bensì equidistanti e parallele, ma la loro forma non è certo quella d'un elica; per cui, spostandola regolarmente, per esempio d'un centesimo di giro, si ottiene nel diamante uno spostamento, che non è in generale un centesimo di millimetro benchè cento di questi spostamenti successivi, insieme sommati, formino l'intervallo di un millimetro.

Credo che poche viti, forse nessuna, resisterebbero vittoriosamente a questa prova; per cui il fare delle lastrine rigate e l'osservare le frangie, che si producono sovrapponendole, costituisce forse il solo mezzo opportuno per riconoscere il grado di perfezione di una macchina a divisioni.

Persuaso che difficilmente si potrebbe avere la necessaria perfezione nella vite di una macchina da dividere, pensai ad un modo d'operare, che permettesse d'ottenere divisioni equidistanti, indipendentemente dalla perfezione più o meno grande del passo della vite. Siccome il metodo da me ideato riuscì felicemente, così lo descrivo in dettaglio, potendo esso venire utilizzato in un gran numero di casi, nei quali occorran divisioni ben equidistanti.

Dalla macchina da dividere furono dapprima tolti quegli arresti, che opportunamente collocati servono a spostare angolarmente la vite di angoli sempre eguali, cosicchè essa rimase solo munita del suo manubrio, e libera di spostarsi angolarmente di intervalli qualunque. L'uniformità delle distanze fra i segni, che si tracciano sulla lastra da rigare, viene ottenuta osservando con un microscopio M (fig. 7) certi tratti tracciati in una lastrina L.

Nella fig. 7, AB è la lunga piattaforma della macchina da dividere, sulla quale feci fissare le due guide C, D, portanti il carretto EF, su cui è fissata la lastra da rigare. Il diamante è in G, e può muoversi intorno all'asse HI mediante perni portati dal carretto della macchina, che viene messo in moto colla rotazione della vite. Un braccio K, fissato allo stesso carretto della macchina, sostiene saldamente una lastrina di vetro argentato L, sulla quale furono dapprima tracciati tre tratti *a*, *b*, *c*, i due primi lontani fra loro $\frac{1}{100}$ di millimetro circa, e *b* e *c* lontani fra loro di circa $\frac{1}{100}$ di millimetro.

Questa lastrina L scorre dolcemente, con lievissimo attrito, se è collocata alla debita altezza, sulla piattaforma del microscopio M, munito di filo oculare. Girando la vite, la lastrina L si sposta insieme al diamante G.

Il microscopio M non è fisso sulla spranga AB, ma invece il suo piede può scorrere fra due guide parallele alla vite della macchina, per mezzo di una vite N; per cui, quando col moto della vite della macchina il sistema H G I K L si è spostato, e i tre tratti *a b c* si sono visti cambiar di posto nel campo del microscopio rispetto al filo annesso all'oculare di questo, si può per mezzo della vite N, ricondurre il filo nella primitiva posizione rispetto ai tratti *a b c*.

È facile ora comprendere come l'apparecchio deve essere adoperato.

Mossa la vite della macchina, e la vite N, se è necessario, sicchè il filo oculare del microscopio corrisponda al tratto *a* della lastrina L, si traccia sulla lastra EF un primo segno, facendola scorrere sotto il diamante. Allora si gira poco a poco la vite della macchina, tracciando ogni volta un nuovo segno col diamante, sicchè si vede il segno *b* prendere il posto di *a* sotto il filo dell'oculare nel campo del microscopio. Se questo spostamento, che è di un centesimo di millimetro, si è fatto in dodici o quindici volte, e se il diamante preme sulla lastra con forza sufficiente, tutti i segni da esso tracciati sulla lastra argentata hanno formato un segno unico largo $\frac{1}{100}$ di millimetro. Ciò fatto si gira ancora la vite della macchina finchè sotto il filo del microscopio si veda il tratto *c*, e allora, senza toccare la vite medesima, si gira la vite N, sinchè sotto il filo veggasi di nuovo il tratto *a*. In tal modo si è spostato il diamante rispetto alla lastra argentata di $\frac{1}{100}$ di millimetro, e, ripetendo le operazioni descritte, si ottiene sulla lastra un secondo segno largo pure $\frac{1}{100}$ di millimetro. Seguitando in tal modo per molte intere giornate (da 6 ad 8) si arriva a coprire di righe una lastra argentata larga 4 o 5 centimetri.

Come si vede, la precisione, colla quale si ottiene la rigatura, dipende da quella, con cui si fanno coincidere nel campo del microscopio l'immagine del filo oculare a quella dei tratti preparati sulla lastrina L. Ora, con un po' d'attenzione e con un buon microscopio, questa precisione è grandissima.

Il fatto sta, che, con lastre costruite in tal guisa, ottenni frangie non più sinuose ma diritte perfettamente, salvo una irregolarità che apparisce ad ogni sei o sette millimetri d'intervallo, cioè precisamente ad intervalli eguali al lavoro di una giornata.

Queste irregolarità sono dovute alle interruzioni nel lavoro di costruzione della lastrina, forse in causa delle variazioni di temperatura dell'apparecchio, durante la notte, che possono alterare la posizione relativa della lastrina EF, della L e del microscopio, in causa di quel poco di giuoco che hanno inevitabilmente la vite N e la lunga vite della macchina. Per quanto per-

fettamente sia costruita una vite e la sua madre vite, se dopo aver girata alquanto la vite in un senso, ed avere così fatta camminare la madre vite (supposta mobile) in linea retta, s'inverte la rotazione, la madre vite non comincia a retrocedere che dopo che la vite è stata girata d'un certo angolo. Se la vite, invece di girare, varia di lunghezza dilatandosi o raccorciandosi, succede che in uno dei due casi trascina la madre vite sin dal principio del fenomeno; mentre nell'altro ritarda alcun poco a muoverlo, per cui, riprendendo la vite la temperatura iniziale, la madre vite può benissimo restare fuori di posto.

Può darsi che tale sia la causa che fa variare leggermente l'intervallo delle rigature nei punti in cui si sospende il lavoro, e si lascia l'apparecchio esposto alle variazioni di temperatura che accadono in generale durante la notte.

Credo che molto facilmente si toglierebbe quest'ultima lieve imperfezione, se alla fine del lavoro della giornata, si girassero all'indietro la vite N e la vite della macchina, di un angolo eguale circa alla metà di quello che ne costituisce il giuoco; ma di ciò non mi occupai, giacchè l'inconveniente non era grave per le mie esperienze. Anzi era sempre facile trovare una posizione relativa delle due lastre sovrapposte, nella quale le frangie fossero perfettamente regolari. Questa posizione relativa era quella, nella quale venivano a corrispondere fra loro quelle parti delle due lastre, le quali, prima di essere separate, si trovavano in prolungamento l'una dall'altra.

Feci anche una lastra rigata a cento righe al millimetro. Per questa lastra, la larghezza del segno fatto dal diamante era da sola sufficiente a formare la larghezza del tratto trasparente, per cui la lastra ausiliaria L portava solo i due tratti *a b* lontani circa $\frac{1}{100}$ di millimetro fra loro.

Nelle esperienze, che più oltre descriverò, adoperai sempre le lastre a 20 righe per millimetro.

CAP. IV. *Sovrapposizione diretta di due reticoli.*

Descriverò ora i fenomeni che si producono sovrapponendo due lastre ricavate da una lastra argentata, coperta di righe equidistanti ottenute col metodo ora descritto.

Se la distanza fra le faccie rigate delle due lastre è piccolissima, per esempio d'un decimo di millimetro per lastre a 20 righe per millimetro, l'effetto che si osserva è sensibilmente il medesimo che si otterrebbe se le lastre fossero a diretto contatto. Si hanno, cioè, le solite frangie, quasi completamente nere nel mezzo, e sarebbero nere affatto se l'argento fosse assolutamente opaco, sfumate lateralmente sino ad una retta di massima intensità luminosa. In un intervallo eguale alla distanza fra due frangie successive, si vede quindi una regione uniforme, quasi nera di larghezza N , e due sfumature in senso contrario, ciascuna di larghezza F . Essendo identiche le due lastre sovrapposte, avendosi $\alpha_0 = 0^{\text{mm}},01$, $\alpha_0 = 0^{\text{mm}},04$, si ha dalle (15).

$$N = \frac{0^{\text{mm}},03}{2 \operatorname{sen} \frac{\phi}{2}}, \quad F = \frac{0^{\text{mm}},01}{2 \operatorname{sen} \frac{\phi}{2}}$$

e quindi

$$D = N + 2F = \frac{0^{\text{mm}},05}{2 \operatorname{sen} \frac{\phi}{2}},$$

essendo ϕ l'inclinazione reciproca delle due lastre.

La regione oscura uniforme ha dunque una larghezza tripla di quella di ciascuna delle due regioni sfumate. Si può fare ϕ tanto piccolo che D divenga eguale a due o tre centimetri. Se $D = 30^{\text{mm}}$ la sensibilità è circa

$$\frac{30}{0,05} = 600,$$

cioè uno spostamento d'una delle lastre provoca uno spostamento seicento volte più grande nelle frangie.

Ammettendo poi la perfetta opacità negli intervalli coperti d'argento in ciascuna delle lastre, e la perfetta trasparenza nelle righe tracciate dal diamante, si ha per l'intensità in N dalla seconda delle (32):

$$i = 0$$

e per l'intensità massima raggiunta fra due sfumature successive, dalla terza delle (32):

$$I = \frac{0,01}{0,05},$$

ossia $\frac{1}{5}$ dell'intensità luminosa che giunge sulle lastre.

Con due di tali lastre, poste quasi parallelamente e ad una distanza reciproca piccolissima, è possibile quindi amplificare 600 e più volte uno spostamento lineare dovuto ad una dilatazione termica o ad altra causa qualunque.

I fenomeni cambiano poco a poco, aumentando la distanza delle due lastre. Le frangie si rivestono di colori vivissimi, e acquistano in pari tempo l'aspetto di quelle ottenute mettendo direttamente a contatto due lastre nelle quali il numero delle righe per millimetro sia differente.

Quest'ultimo è un effetto di prospettiva facile a spiegare, o, se si vuole, dipende da ciò che, allontanando dall'occhio una delle lastre più che l'altra, le due immagini retiniche cessano di essere eguali.

È chiaro infatti, che la lastra più lontana si comporta come una che fosse invece alla stessa distanza della più vicina, ma che avesse un maggior numero di righe ogni millimetro.

In questo caso, diminuendo poco a poco l'inclinazione reciproca delle due lastre, le frangie non solo si fanno più larghe e lontane, ma in pari tempo la loro inclinazione, rispetto alle righe delle due lastre, diviene via via minore. Anzi, quando si raggiunge il parallelismo delle righe delle due lastre, le frangie divengono esse pure parallele alle righe, ed acquistano il loro massimo possibile allontanamento.

Invece, quando le lastre sono quasi in contatto, diminuendo poco a poco la reciproca inclinazione, veggonsi le frangie allontanarsi fra loro senza limite, rimanendo sempre trasversali alle righe.

Ma, come ho detto, oltre che acquistare le frangie i caratteri di quelle date da lastre differenti, esse acquistano colori vivissimi, i quali variano mano a mano che si aumenta la distanza delle due lastre.

Questi colori hanno evidentemente la loro causa in un fenomeno complesso di diffrazione. Una delle righe trasparenti della lastra più lontana dall'occhio, darebbe per conto proprio un fe-

nomeno di diffrazione colle righe trasparenti equidistanti della lastra più vicina. Il fenomeno complessivo è dunque in certo modo la composizione degli effetti dovuti alle singole righe trasparenti della lastrina più lontana dall'occhio, per ciascuna delle quali la lastrina più prossima fa da reticolo diffrangente.

Ciò che vi ha di singolare si è, che, in generale, due sole tinte prevalgono nel fenomeno colorato: una più oscura, che delinea le frangie ed un'altra più viva, che separa le frangie stesse. Al crescere della distanza fra le due lastre, variano queste due tinte, e per certe distanze esse hanno intensità così poco diverse, che le frangie sembrano sparire quasi completamente, viste da distanza grande, quantunque realmente sussistano sempre con colore diverso da quello dell'intervallo che le separa. Anzi guardando le lastre con attenzione, vedesi nascere nelle frangie di tinta più scura una parte centrale di tinta chiara, come quella dell'intervallo che poco prima le separava; cosicchè le frangie stesse sembrano raddoppiate di numero.

Non è possibile rendere conto in modo dettagliato di questi fenomeni, giacchè per arrivare a questo sarebbe necessario prima saper fare la teoria di un reticolo a righe parallele illuminato da una fenditura quasi parallela a queste righe e a distanza molto piccola da esso.

Non tralascio però di far cenno brevemente di un metodo di sperimentare, che permette di osservare queste frangie colorate in un modo comodissimo, e che conduce a fenomeni ottici, che sono forse i più brillanti che si possono ottenere colla diffrazione, e dei quali le figure a colori meglio disegnate e le più dettagliate descrizioni non darebbero che una pallida e lontana idea.

Si montano sul banco d'ottica: 1.° Una lente convergente assai grande, meglio cilindrica che sferica; 2.° Una fenditura verticale a larghezza variabile; 3.° Uno dei reticoli colle sue righe verticali; 4.° l'altro reticolo, pure a righe verticali, sopra un separato sostegno che possa più o meno avvicinarsi al primo reticolo. Stando qualche metro più lontano si guarda verso i reticoli coll'oculare di Fresnel; oppure si pone alla stessa distanza un diaframma bianco verticale, per osservare su di esso il fenomeno ottico proiettato.

Si fa cadere un fascio di raggi solari orizzontali sulla lente,

la quale li concentra sulla fenditura. Questa allora si comporta, rispetto ai due reticoli, come una retta vivamente luminosa. La luce, che ne esce, passa pei reticoli e in fine va a cadere sul diaframma.

Se i due reticoli sono quasi a contatto, e se le righe di uno di essi sono leggermente inclinate alla verticale, veggonsi sul diaframma assai ingrandite le solite frangie oscure e sfumate. Ma, allontanandoli uno dall'altro dopo averli condotti sensibilmente al parallelismo, le frangie acquistano subito colori estremamente vivi, che variano gradatamente al variare della distanza fra i due reticoli.

Senza tentare la descrizione di questi fenomeni, dirò solo che le righe colorate, che disegnano sopra il diaframma una specie di brillante tappezzeria, si presentano come la sovrapposizione di due sistemi di righe colorate, l'uno a larghi intervalli fra le righe, l'altro ad intervalli assai minori. Sopprimendo il secondo reticolo, quello cioè dalla parte del diaframma, il secondo sistema di righe colorate rimane fisso sul diaframma. Esso è dovuto dunque semplicemente alla diffrazione del primo reticolo davanti alla fenditura.

L'altro sistema a righe colorate più distanti è dovuto all'azione del secondo reticolo, giacchè, spostandolo leggermente per esempio col premerlo lateralmente (specialmente per certi valori della distanza fra i due reticoli) vedesi il sistema di righe colorate più vicine fra loro, e cioè quello dovuto al solo primo reticolo rimanere immobile, mentre le righe colorate dell'altro sistema seguono il movimento del secondo reticolo.

Queste colorazioni delle frangie costituiscono però in alcuni casi un ostacolo insuperabile, per l'applicazione dei reticoli sovrapposti alla misura di piccoli spostamenti.

Infatti, se con lastrine da 20 righe al millimetro è ancora possibile ottenere le frangie senza colori, senza porle in contatto diretto, con lastrine da 100 righe al millimetro, basta il più lieve intervallo fra di esse, perchè le colorazioni appariscano. Ora, per ottenere con lastrine da 20 righe una sensibilità anche maggiore di 600, bisognerebbe rendere così piccolo l'angolo che fanno fra loro, che le frangie divenissero lontane più di 3 centimetri. Le due lastrine dovrebbero avere quindi dimensioni assai maggiori

di quelle delle lastre da me costruite; il che costituisce una nuova difficoltà pratica.

Credo dunque difficile il raggiungere una amplificazione notevolmente maggiore di 600 volte con questo metodo, facendo ostacolo da una parte i fenomeni di diffrazione, dall'altra la difficoltà di costruzione di lastre grandi.

Altri metodi conosciuti permettono di amplificare assai più dei piccoli spostamenti lineari. Per esempio, il metodo da me adoperato altra volta in varie ricerche ¹⁾, nel quale lo spostamento lineare da studiarsi si traduceva nello spostamento angolare d'uno specchietto, permetteva di raggiungere facilmente un'amplificazione di 7500 volte. Il metodo delle lastre, direttamente sovrapposte, non può dunque raccomandarsi che per la sua grande semplicità e facilità nell'uso.

Giunto a questi risultati, volli cercare se vi era mezzo di combinare il metodo dei reticoli sovrapposti con quello dello spostamento angolare dello specchietto. Vi sono giunto difatti dopo vari tentativi, che esporrò, insieme ai risultati ottenuti in ultimo, nel seguente capitolo. Con questa combinazione del metodo delle lastre rigate, col metodo ordinario della riflessione sopra uno specchio, si ottiene una sensibilità che può essere di gran lunga maggiore di quella ottenibile col semplice uso dello specchio.

CAP. V. *Applicazione dei reticoli alla misura dei piccoli spostamenti angolari d'uno specchio.*

La prima idea che mi venne, quando pensai di combinare il metodo dei reticoli sovrapposti a quello della riflessione, fu questa. Si abbia una lente convergente, e si proietti con essa sopra un diaframma l'immagine reale di una lastrina rigata, illuminata fortemente. Subito dopo la lente siano collocati due piccoli specchi piani, facenti fra loro un angolo assai ottuso, ed inclinati circa a 45° sull'asse principale della lente. I raggi ri-

1) *Sulla dilatazione dei coibenti armati. Sulle variazioni di lunghezza che accompagnano la magnetizzazione. Sulla dilatazione galvanica. — Mem. dell' Acc. di Bologna, Serie III, t. X, serie IV, t. I; N. Cimento, dicembre 1879, aprile 1880.*

flessi dai due specchi andranno allora a formare due immagini reali sul diaframma, portato lateralmente, separate più o meno l'una dall'altra. Inclinando alcun poco opportunamente il diaframma, sarà possibile far in modo che nelle due immagini le righe formino fra loro un piccolo angolo acuto; e se esse allora formano le solite frangie, queste si sposteranno, al più piccolo spostamento angolare d'uno degli specchi, provocato da una causa qualunque.

Realizzata l'esperienza, non mi fu possibile vedere le frangie, e fu allora che mi persuasi che così doveva essere, come ho dimostrato alla fine del Cap. II.

Modificai dunque l'esperienza in questo modo. Invece di due specchietti uno solo fu posto presso la lente, ed invece che sopra un diaframma, l'immagine reale del reticolo fu ricevuta sopra un secondo reticolo identico al primo. Guardando da una opportuna distanza, si ricevevano nell'occhio i raggi riflessi dallo specchio, che passavano attraverso il secondo reticolo. In tal modo si sovrapponeva a questo un'immagine reale del primo reticolo e producevasi lo stesso effetto come se si fossero direttamente sovrapposte e guardate contro la luce le due lastrine. Se non che, il più lieve spostamento angolare dello specchio produceva uno spostamento più notevole dell'immagine, e quindi uno spostamento grandissimo delle frangie, che effettivamente si vedevano marcatissime.

Onde avere per parte dei reticoli la maggior possibile sensibilità, bisognava che l'immagine reale del primo reticolo fosse di dimensioni identiche all'oggetto; e perciò era necessario che questo fosse posto ad una distanza dalla lente eguale al doppio della sua distanza focale.

Si poteva soddisfare a questa condizione con molta precisione, operando nel modo seguente. Messa la prima lastrina presso a poco alla debita distanza dalla lente, la seconda nel luogo ove si formava l'immagine reale della prima, si girava la prima poco a poco nel proprio piano sino ad allargare le frangie, per quanto era possibile. Se queste rimanevano sempre trasversali alle righe, e cioè sensibilmente orizzontali, se le righe delle due lastrine erano disposte verticalmente, null'altro restava a fare, e si poteva essere sicuri che il primo reticolo era alla debita di-

stanza dalla lente. Ma se, al contrario, la distanza della prima lastrina alla lente non era esattamente eguale al doppio della distanza focale, e l'immagine reale di essa era di dimensioni maggiori o minori dell'originale, le frangie acquistavano i caratteri di quelle che si osservano sovrapponendo direttamente due lastre, sulle quali sia differente il numero di righe per millimetro, e cioè girando la seconda lastrina in modo da allontanare fra loro le frangie, queste in pari tempo s'inclinavano all'orizzonte e finivano per divenire parallele alle righe. In tal caso bastava spostare a tentativi le lastre fino ad ottenere frangie sempre orizzontali, per quanto allargate.

Siccome poi le lastre avevano quelle piccole irregolarità, indicate alla fine del Cap. III, e dovute alle interruzioni del lavoro da una giornata all'altra; così bisognava ancora usare l'avvertenza, che ad una data regione della seconda lastrina avesse a sovrapporsi l'immagine di quella regione della prima che nella lastra intera si trovava sul suo prolungamento nell'atto in cui venne fabbricata.

Le frangie, che osservai in tali condizioni, erano regolari, direttamente visibili anche per proiezione, se dopo la seconda lastrina, invece dell'occhio, si poneva una lente acromatica ed un lontano diaframma.

Ma presentavano nuove colorazioni, specialmente nelle loro regioni sfumate, delle quali non tardai a rinvenire la duplice causa.

La lente adoperata, quantunque acromatica ¹⁾, produceva realmente una serie d'immagini colorate della prima lastrina, una sola delle quali poteva trovarsi esattamente nel piano della seconda lastrina. Questa dava le frangie trasversali ordinarie; ma intanto le immagini colorate, che si formavano fra la lente e la seconda lastrina, si comportavano rispetto a questa come tante lastre a righe più fitte; mentre quelle che andavano a formarsi fra l'occhio dell'osservatore e la seconda lastrina, si comportavano come lastre a righe più diradate. Le une e le altre generavano dunque separatamente colla seconda lastrina, delle

1) In realtà adoperai un grande obbiettivo fotografico. Le distanze di cadauna lastrina del centro di esso, era di circa mezzo metro.

frangie inclinate in un senso o nell'altro rispetto alle frangie trasversali generate dall'immagine in coincidenza della lastra.

Ciò spiega la disposizione dei colori che si osservava nelle frangie, una volta collocate a dovere le lastrine e supposto che lo specchio, posto subito dopo la lente, sia di grandi dimensioni. Infatti lungo ciascuna delle frangie si vedeva, per esempio, a destra una sfumatura rossa al contorno superiore della frangia nera ed una sfumatura violetta al contorno inferiore, mentre dalla parte sinistra i colori avevano una posizione invertita. Quindi esisteva una striscia rossa inclinata in basso da destra a sinistra, ed una azzurra inclinata in basso da sinistra a destra.

Che realmente queste colorazioni fossero dovute ad imperfetto acromatismo della lente, oltre che dalla disposizione particolare dei colori, risulta dal fatto, che esse sparirono, quando alla lente fu sostituito uno specchio concavo, per ottenere l'immagine reale della prima lastrina, come si dirà più oltre. Faccio rilevare intanto, che l'osservazione di queste frangie, più o meno colorate, costituisce un mezzo delicatissimo per valutare l'acromatismo d'una lente o di un sistema ottico qualunque.

Ma, ammesso anche il perfetto acromatismo della lente, altre colorazioni, ben più nocive allo scopo, si mostrano, quando lo specchio si prende di piccole dimensioni, o, ciò che equivale, si applica un diaframma con foro ristretto alla lente convergente. Ora l'adoperare uno specchio assai piccolo è una necessità nella maggior parte degli strumenti a riflessione, per non dare un momento d'inerzia soverchiamente grande alla parte mobile dell'istrumento.

Le nuove colorazioni che sorgono quando il fascio di luce che esce dalla lente viene ad essere assai limitato, hanno la stessa causa che i fenomeni di diffrazione che si osservano nei cannocchiali, quando si applicano diaframmi con piccole aperture all'obbiettivo, e si osserva un punto luminoso lontano. In altre parole, le nuove colorazioni sono un effetto di diffrazione.

Ciascuna delle righe chiare della prima lastrina fa da sorgente luminosa rispetto al diaframma della lente, il quale alla sua volta fa le funzioni di apertura diffrangente. Nell'immagine reale della lastrina medesima, invece di tante rette luminose a contorni netti, quali sensibilmente si ottengono allorquando l'aper-

tura del diaframma è ampia a sufficienza, si formano tanti sistemi di frangie di diffrazione, che in parte si sovrappongono lateralmente, producendo un fenomeno complesso, del quale sarebbe assai difficile render conto in dettaglio. Certo si è, che se il diaframma applicato alla lente ha un'apertura troppo ristretta, o, ciò che torna lo stesso, se lo specchio si prende di dimensioni troppo piccole ¹⁾, le frangie, dovute alla sovrapposizione ottica dei due reticoli, divengono variamente colorate e mano a mano meno nettamente visibili.

Per poter impiegare uno specchio di dimensioni eguali a quelle dello specchio d'uno degli ordinari strumenti a riflessione, bisogna che la distanza fra la lente e i reticoli non ecceda un certo limite, e perciò che la distanza focale della lente stessa non sia troppo grande. Ma più piccola è la distanza delle due lastre dalla lente, e quindi dallo specchio mobile, tanto minore è lo spostamento dell'immagine relativo ad un dato spostamento angolare dello specchio, e perciò tanto minore è la sensibilità che si può raggiungere.

Bisogna però osservare, che le frangie sono bastantemente visibili, anche quando l'immagine della prima lastra non è più abbastanza netta per servire direttamente come scala a misurare lo spostamento angolare dello specchio. Ne consegue che, coll'impiego delle lastre, si aumenterà sempre di molto la sensibilità del metodo della riflessione.

Si abbiano, per esempio, lastre a 20 righe al millimetro, e si ponga una di esse ad una distanza tanto grande dallo specchio dello strumento a riflessione, che sia impossibile aumentare ancora questa distanza, senza che la diffrazione renda confuse le righe nell'immagine riflessa. Evidentemente si sarà giunti così al massimo di sensibilità possibile coll'ordinario metodo della riflessione, compatibilmente colle dimensioni dello specchio.

Supponiamo ora, che i raggi partiti dalla lastra e riflessi dallo specchio, cadano in una lente acromatica a distanza focale

1) Nel caso di un punto luminoso lontano visto con un cannocchiale, all'obbiettivo del quale è applicato un diaframma con apertura di raggio R , il diametro d'un anello d'un dato ordine, per esempio del primo anello luminoso che circonda il punto ove si formerebbe l'immagine geometrica del punto luminoso, è sensibilmente in ragione inversa di R . Analogamente pel fenomeno di diffrazione nel caso d'una linea luminosa presa come oggetto osservato.

metà del cammino che fanno i raggi dalla lastrina alla lente, e che l'immagine reale che si ottiene cada sopra una seconda lastrina identica alla prima. Se le frangie, che si formano, sono per esempio, ad un centimetro di distanza l'una dall'altra, quello spostamento dello specchio che muove l'immagine dell'intervallo d'una riga, e cioè d'un ventesimo di millimetro, provocherà uno spostamento di frangie eguale a dieci millimetri, cioè uno spostamento duecento volte maggiore. Dato che senza le lastre lo spostamento di un ventesimo di millimetro dell'immagine sia il più piccolo discernibile, coll'aiuto dei due reticoli sarà possibile certamente il misurare spostamenti di gran lunga più piccoli.

Per avere una conferma sperimentale della attuabilità del nuovo metodo, ho combinato un piccolo apparecchio col quale potevo produrre a volontà piccoli spostamenti angolari dello specchio.

Sopra una grossa tavoletta di legno AB (fig. 8) si eleva verticalmente un pezzo CD, in un foro del quale passa una sbarretta orizzontale di ferro EF, fissata in E con una vite a pressione. Questa sbarretta è grossa circa 6 millimetri e lunga 15 centimetri, ed è circondata da un rocchettino formato con due strati di fil di rame grosso un millimetro.

All'estremità F la sbarretta termina con una specie di pinzetta d'ottone, rappresentata a parte in G, che serve a stringere fortemente una delle estremità d'una esilissima molla d'acciaio *m n p q*.

L'altro estremo di quella molla è stretto fortemente in una pinzetta H, fissata ad un pezzo I che si eleva verticalmente sulla tavoletta.

Il tratto *n p* della molla, che è diretto orizzontalmente, viene fissato a tergo dello specchietto piano S, il quale rimane così dalla molla stessa sostenuto.

Se la sbarra di ferro si fa variare di lunghezza, per esempio inviando una corrente nel rocchetto che la circonda, la molla s'inфлекe leggermente in *n* e *p* e lo specchio si sposta angularmente intorno ad un asse verticale passante per *p*.

La molla *m n p q* deve dunque essere sottilissima ed elasticissima. Essa è grossa appena $\frac{1}{20}$ di millimetro e proviene

dallo stesso pezzo, col quale feci quella che mi servì nelle mie ricerche sulla dilatazione dei coibenti e del ferro, narrate nelle Memorie citate più sopra. Anzi la forma, attualmente data alla molla, può considerarsi come una semplificazione di quella che adottai allora.

Più breve è il tratto np , maggiore è evidentemente la sensibilità dell'apparecchio. Nell'apparecchio della fig. 8, np era di 2 millimetri.

Davanti allo specchietto S fu posta la lente acromatica T. In L_1 fu posta una delle lastre fortemente illuminata da un fascio di raggi solari orizzontali, ed in L_2 l'altra, in modo che sopra L_2 si formasse un'immagine reale di L_1 di uguali dimensioni.

Osservando da O verso L_2 vedevansi su questa lastrina le solite frangie trasversali alle rigature delle due lastre. Non appena si mandava una debole corrente nel filo del rocchetto, vedevansi queste frangie spostarsi di un notevole intervallo.

È chiaro però, che lo spostamento dello specchio essendo per così dire istantaneo, non si poteva con certezza valutare lo spostamento delle frangie. Infatti se questo spostamento è eguale ad un multiplo dell'intervallo delle frangie, queste, una volta prodotto l'allungamento della sbarretta, si trovano in complesso nella stessa posizione di prima, essendosi soltanto surrogate a vicenda, e sembrano quindi non essersi spostate. Bisognava dunque rendere lente ad effettuarsi le variazioni di lunghezza della sbarretta.

A questo scopo nel circuito del rocchetto, oltre che la pila (formata quasi sempre da una sola copia a bicromato), fu posto quel reostata che mi servì altravolta per graduare l'intensità d'una corrente ¹⁾, e che è costituito da un gran bicchiere pieno di acqua acidulata, nel quale si possono immergere più o meno due elettrodi di rame, in forma di lamine triangolari incurvate in modo che le punte, che guardano in basso, sieno assai lontane fra loro; mentre le basi delle lastre, che sono in alto, trovansi a piccolissima distanza l'una dall'altra.

1) Rappresentato nella fig. 6 della Memoria: *Contribuzioni alla teoria della magnetizzazione dell'acciaio* — Mem. Accad. di Bologna, IV serie, t. I, 1880.

Un breve riassunto comparve nel *N. Cimento*, maggio 1882.

Immergendo o estraendo le due lastre, si otteneva la chiusura *lenta* o l'apertura *lenta* della corrente, cioè questa si poteva far crescere lentamente da zero sino ad un massimo valore e poi lentamente farne scemare sino a zero l'intensità. Allora anche la sbarra di ferro si allungava lentamente e poi lentamente si raccorciava, cosicchè diveniva facilissimo seguire le frangie nel loro movimento.

Per potere poi confrontare la sensibilità del nuovo metodo con quella del metodo ordinariamente adoperato, nella direzione della normale S M allo specchio, ed a tre metri di distanza fu posta una scala a millimetri ed un cannocchiale, come si usa fare per le letture galvanometriche.

Con una sola coppia nel circuito, l'apertura e chiusura del circuito produceva un così piccolo spostamento dello specchio S, che l'immagine della scala a millimetri, vista col cannocchiale posto in M, non sembrava muoversi affatto. In pari tempo le frangie, che si vedevano in L_2 , si spostavano di una quantità eguale circa al doppio del loro intervallo, e cioè di circa 18 millimetri, giacchè le frangie si erano condotte ad essere lontane fra loro di millimetri 9.

Questo confronto rende indubitabile la maggior sensibilità, che si ottiene col metodo delle lastrine, rispetto al metodo ordinario della riflessione.

Credei quindi necessario perfezionare in nuovo metodo, per quanto lo consentivano i miei mezzi; e perciò cercai di sostituire alla lente acromatica uno specchio concavo, onde sopprimere le colorazioni che ho descritte più sopra.

È bensì vero che queste colorazioni si toglievano facilmente ponendo un vetro rosso sul cammino della luce. Ma ciò produceva una forte perdita d'intensità luminosa, e l'obbligo d'impiegare sempre la luce del sole.

È chiaro che lo specchio concavo può essere messo al posto dello specchio piano, il che semplifica l'apparato.

Dopo avere calcolata approssimativamente la curvatura di uno specchietto di circa due centimetri di diametro, tale, che colle lastrine a venti righe al millimetro fosse possibile ottenerne un'immagine reale, scevra quasi affatto di diffrazione, trovai che un raggio di curvatura di 80 centimetri era appropriato allo scopo.

Allora feci costruire dal sig. Laurent di Parigi una lente piano concava, di cui argentai io stesso la parte concava, in modo da trasformarla in uno specchio. Questo specchio, che riuscì assai ben fatto, ha dunque un raggio di curvatura di 80 centimetri, 21 millimetri di diametro ed uno spessore medio di 1^{mm},5. Esso è leggerissimo e potè essere fissato sulla molla *np* nell'apparecchietto della fig. 8 al posto dello specchio piano.

Le due lastre L_1 , L_2 (fig. 9) sono, in questa nuova disposizione dell'esperienza, vicine l'una all'altra, e lontane circa 80 centimetri dallo specchio concavo C. L'immagine reale di L_1 si forma sopra L_2 , ed è su questa lastra che appariscono le frangie.

Per illuminare L_1 serve uno specchio piano S che riflette sopra L_1 e verso C la luce. Perchè poi le frangie appariscano ben nette, è bene rendere traslucida la faccia posteriore di L_2 , o semplicemente applicare contro questa lastra una lamina di vetro finamente smerigliata, o, ciò che torna lo stesso, verniciata a freddo con vernice da negative fotografiche.

Le frangie, che si ottengono collo specchio concavo, sono nere e prive di colorazione, come quelle che si osservano mettendo direttamente in contatto le due lastre. Perciò è facile il fissarne la posizione, per esempio, osservandole con un oculare munito di reticolo. Se, come l'oculare di Fresnel, esso è mobile per mezzo di una vite micrometrica, si potrà con precisione misurare ogni spostamento delle frangie.

Per esperienze di dimostrazione si sopprimerà il vetro opaco e al posto dell'occhio si metterà una lente, che proietti un'immagine ingrandita delle frangie sopra un lontano diaframma.

La sensibilità raggiunta colla disposizione della fig. 9 fu anche maggiore che in quella della fig. 8, poichè la distanza focale dello specchietto concavo era maggiore di quella della lente acromatica T adoperata nel caso della fig. 8, e perciò maggiore lo spostamento della immagine della prima lastra sulla seconda, a parità di spostamento angolare dello specchio.

Anzi la sensibilità era tale, da essere quasi impossibile il vedere le frangie immobili, quand'anche l'apparecchio portante lo specchietto fosse posto sopra una mensola fissata in un grosso muro, e fosse sostenuto da un soffice letto di piume o di bambagia. Le oscillazioni continue, dovute principalmente alla vici-

nanza di vie frequentate, anche quando erano tali da non essere percettibili osservando, come nella fig. 8, con un cannocchiale l'immagine d'una scala a millimetri riflessa dallo specchio S, erano sufficienti a produrre un moto oscillatorio quasi continuo nelle frangie.

L'infelice ubicazione dell'Istituto di fisica, posto al centro della città di Padova e assai alto sul piano della strada, mi vieta dunque di utilizzare in qualche ricerca il mezzo delicato che ho rinvenuto per mettere in evidenza spostamenti estremamente piccoli.

Porrò termine quindi a questo scritto; ma non senza aver prima fatto notare quali sono le applicazioni, delle quali l'impiego delle lastrine rigate è suscettibile.

1° Possono servire, costruendole con una data macchina da dividere, a mostrare il grado di perfezione di essa.

2° Possono valere a dar idea del maggiore o minore acromatismo d'un sistema ottico o d'una semplice lente.

3° Possono essere impiegate a mostrare e misurare piccoli spostamenti in un modo comodo e facile.

4° Combinate col metodo della riflessione conducono ad aumentarne grandemente la sensibilità, tanto che questo metodo misto costituisce il mezzo più delicato per la misura di piccolissimi spostamenti.

5° Una lastrina rigata può essere impiegata a rendere manifesti piccoli spostamenti delle frangie d'interferenza. Ciò risulta dall'esperienza seguente, che non ho descritto prima, onde non interrompere il corso logico dei principali argomenti trattati.

Si ricevano le frangie d'interferenza ottenute assai strette, per esempio cogli specchi di Fresnel, sopra una lastrina rigata, il cui intervallo fra le righe sia all'incirca eguale a quello fra le frangie d'interferenza, le quali per conseguenza possono essere così fitte da non essere distintamente visibili. Le frangie d'interferenza faranno allora le veci dell'immagine della lastrina L_1 nei casi delle fig. 8 e 9, e cioè faranno nascere sulla lastrina rigata, che riceve le frangie d'interferenza, delle frangie trasversali più o meno lontane fra loro. Ogni spostamento delle frangie d'interferenza, per esempio eguale all'intervallo di due succes-

sive, si tradurrà in un più notevole spostamento delle solite frangie trasversali, eguali pure ad un intervallo. Se queste sono assai lontane, lo spostamento sarà visibile anche quando altrimenti passerebbe inosservato.

Non so se il mezzo indicato sia suscettibile di precisione, ma è certo opportunissimo per esperienze qualitative o di dimostrazione.

L'iridescenza delle frangie di Fresnel determina poi la produzione di colori anche nelle frangie larghe trasversali, come è facile il comprendere.

A PROPOSITO DI ALCUNE NUOVE ESPERIENZE DEL SIG. FIRMIN LARROQUE SULLA ELETTRICITÀ CHE SI SVOLGE NEL CONDENSAMENTO DEL VAPORE ¹⁾; NOTA DI L. PALMIERI.

Il Signor Firmin Larroque persuaso che nel condensamento de' vapori dovesse manifestarsi elettricità positiva, ha intrapreso nuove indagini con istrumenti e metodi da lui escogitati, le quali egli reputa decisive. Fin qui io avrei ragione di congratularmi con l'abile sperimentatore, che per altra via perviene alle stesse mie conclusioni. Ma l'autore forse per giustificare la necessità delle nuove indagini, dichiara insufficienti le sperienze precedenti, e si esprime così: « Alcuni sperimentatori hanno tentato di misurare ²⁾ il potenziale dell'acqua di condensazione, condensando il vapore acqueo con una coppa di platino contenente del ghiaccio ³⁾ e messa in comunicazione con un elettroscopio condensatore » . . . Le parole fin qui riferite ⁴⁾, alludono evidentemente alle ultime mie sperienze fatte per rifermarne altre antecedenti, che l'Autore non mostra di sapere, altrimenti non darebbe come nuove alcune sperienze da me fatte nel 1862. Egli intanto soggiunge che questa disposizione sperimentale ha il grave difetto

1) V. *La Lumière Électrique*, N. 1, 1887.

2) Scoprire non misurare.

3) Neve.

4) Vedi nota A).