

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

1° SEMESTRE



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

Matematica. — *Sulle congruenze di curve.* — Nota di T. LEVI-CIVITA, presentata dal Socio BELTRAMI.

Matematica. — *Sulle equazioni a coppia di integrali ortogonali.* Nota di T. LEVI-CIVITA, presentata dal Socio BELTRAMI.

Matematica. — *Sulle deformazioni infinitesime della superficie negli spazi a curvatura costante.* Nota di GUIDO FUBINI, presentata dal Socio LUIGI BIANCHI.

Queste Note saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Sui battimenti luminosi e sull'impossibilità di produrli ricorrendo al fenomeno di Zeemann.* Nota del dott. O. M. CORBINO, presentata dal Socio BLASERNA.

1. Il prof. Righi⁽¹⁾ ebbe per il primo a considerare la possibilità dell'interferenza di due raggi luminosi di diverso periodo, realizzando il fenomeno analogo a quello dei battimenti sonori. Egli dedusse prima con semplici considerazioni analitiche che se si fa pervenire su uno schermo la luce proveniente da due sorgenti a vibrazioni parallele e di diverso periodo, si produce un sistema di frange che si muovono perpendicolarmente alla loro direzione, nel senso di allontanarsi dalla sorgente che compie un numero maggiore di vibrazioni⁽²⁾, e in modo tale che passano per un punto dello schermo tante frange luminose a ogni minuto secondo quanta è la differenza tra i numeri di vibrazioni delle due sorgenti.

L'esperienza non è realizzabile ricorrendo a due radiazioni diverse dello spettro, prima perchè esse sono completamente indipendenti nelle brusche perturbazioni di fase che subisce la vibrazione, e poi perchè ricorrendo a due radiazioni anche tanto vicine che la loro distanza nello spettro sia eguale a $\frac{1}{514}$ della distanza delle due righe del sodio, si avrebbero ancora 1000

⁽¹⁾ Effettivamente nella Memoria del Righi è detto che le frange si debbono spostare nel senso di avvicinarsi alla sorgente che ha un numero maggiore di vibrazioni. Si tratta però di uno scambio di dicitura come si deduce dal ragionamento, e come mi confermò, dietro mia domanda, l'illustre Professore, il quale m'autorizzò a riferire questa correzione da fare al testo della sua Memoria.

⁽²⁾ Mem. Acc. Bologna. Serie 4^a, tomo IV, gennaio 1883, Journal de Physique, pag. 437, 1883.

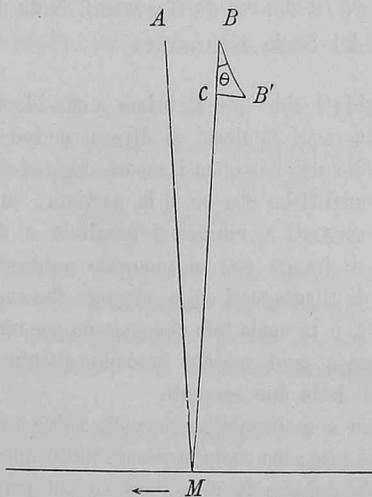
milioni di battimenti per secondo, cioè passerebbero nell'istesso tempo 1000 milioni di frange per un punto dello schermo.

L'esperienza fu invece realizzata ⁽¹⁾ cinque anni dopo, producendo due immagini coniugate di una stessa sorgente, e alterando il numero di vibrazioni della luce emessa da una di essa per il passaggio attraverso un polarizzatore in rotazione, con delle disposizioni sperimentali più o meno complicate.

2. Una volta messa innanzi l'idea dell'interferenza tra raggi luminosi di diverso periodo, non è difficile ideare delle esperienze semplicissime o interpretarne delle antiche come realizzanti il fenomeno dei battimenti.

Così è noto che, spostando uno degli specchi di Fresnel parallelamente a sè stesso, si genera uno spostamento delle frange da essi prodotte: l'esperienza fu fatta per la prima volta da Fizeau e Foucault.

È facile il riconoscere in questa esperienza la realizzazione del fenomeno dei battimenti. Infatti per il moto di uno degli specchi viene alterato, in conseguenza del principio di Döppler, il periodo della luce da esso riflessa; sullo schermo interferiscono quindi raggi di diverso periodo, producendosi conseguentemente il fenomeno delle frange in moto.



Se A e B sono le due immagini date dagli specchi e uno di questi subisce un certo spostamento parallelamente a sè stesso, la immagine corrispondente, per es. B , subirà uno spostamento doppio BB' , nella stessa direzione, avvicinandosi a un punto M dello schermo di una lunghezza

$$BC = BB' \cos \theta$$

⁽¹⁾ Mem. Acc. Bologna, serie 3^a, t. VIII, nov. 1877. Appendice.

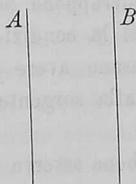
Il numero di vibrazioni apparente di B si sarà accresciuto, per il principio di Döppler, di $\frac{BC}{\lambda}$ e altrettante frange passeranno per il punto M , nel senso della freccia, in virtù dell'enunciato del Righi.

Ora questo numero è appunto quello che si suol dedurre nei trattati⁽¹⁾ considerando la posizione delle frange al principio e alla fine del movimento. Però che si tratti di un vero fenomeno di battimenti è dimostrato dal fatto che le frange *persistono* durante il moto dello specchio, quando, cioè, sullo schermo effettivamente interferiscono raggi di diverso periodo.

Del resto questa esperienza non è, in fondo, che una variante di quella del Righi. L'alterazione del periodo di una delle due luci interferenti che nell'esperienza del Righi era ottenuta con la rotazione di polarizzatori o di lamine di miche, si produce qui in modo semplicissimo col moto dello specchio. Anche lì ciascuna esperienza poteva essere spiegata considerando quale dovesse essere la posizione delle frange per ciascuna posizione successiva del polarizzatore girante. « Ma — come osserva il prof. Righi — mentre in questa maniera la spiegazione è quasi sempre più lunga e difficile, essa è « ancora meno razionale, poichè effettivamente quando i raggi di lunghezza « d'onda modificata sono stati separati, essi hanno una esistenza reale, e un « prisma deve certamente rifrangerli in ragione di questa nuova lunghezza « d'onda ».

Analogamente si può considerare come un'esperienza di battimenti lo spostamento degli anelli di Newton al variare della distanza delle due superficie tra cui essi si producono.

Così siano essi prodotti per interferenza della luce riflessa dalla superficie A con quella riflessa dalla superficie B ; si osserverà uno spostamento di



frange quando varia la distanza AB . Ora questa può variare o per uno spostamento di A , o per uno spostamento di B ; in entrambi i casi si altera per il principio di Döppler il periodo della luce riflessa da una delle superfici, l'interferenza avviene tra luci di diverso periodo e si produce quindi il fenomeno del movimento delle frange. Anche in questo caso si può calcolare con questo processo lo spostamento delle frange, e si trova lo stesso numero cui si perviene per altra via.

(1) Mascart, *Traité d'Optique*, t. I, p. 175.

Altrettanto dicasi dello spostamento di frange che si osserva in alcuni refrattometri, per es. in quello di Michelson, per il movimento di uno specchio.

3. Ma l'esperienza più semplice che realizza il fenomeno dei battimenti luminosi in modo perfettamente analogo ai battimenti sonori è quella notissima per cui, esaminando con un nicol la luce emergente da un altro nicol lentamente girante, si osservano delle intermittenze di luce e di oscurità. Infatti la luce emergente dal nicol girante è cinematicamente equivalente alla sovrapposizione di due fasci di luce circolare capaci di interferire e di diverso numero di vibrazioni.

Il nicol analizzatore lascia passare due componenti rettilinee che sono anch'esse di diverso periodo e che producono il fenomeno dei battimenti.

L'interposizione adunque di un nicol sul tragitto di un fascio di luce a piano di polarizzazione girante produce al di là il fenomeno dei battimenti.

4. Risulta allora evidente, come può desumersi da una mia precedente Nota⁽²⁾, la risposta a un quesito postosi dal prof. Righi⁽¹⁾, se cioè sia possibile produrre il fenomeno dei battimenti ricorrendo alle alterazioni di periodo causate da un campo magnetico su una sorgente che si trovi in esso.

Infatti, secondo l'interpretazione del Cornu, il campo trasforma ciascuna delle due vibrazioni ortogonali indipendenti da cui era costituita la luce primitiva in una vibrazione continua girante, e le due vibrazioni, durante la rotazione, si mantengono a 90° l'una dall'altra. Se di quelle componenti ne esistesse una sola, cioè se la luce emessa dalla sorgente fuori del campo fosse già polarizzata in un piano determinato, per il semplice impiego di un nicol si otterrebbero i battimenti luminosi che potrebbero far constatare le più lievi tracce dell'effetto Zeemann; ma finchè la sorgente senza il campo manda luce naturale, il fenomeno dei battimenti sarà inosservabile, poichè all'a primitiva componente rotante si sovrappone sempre l'altra che si mantiene a 90° dalla prima. Si ritrova così la condizione cui per via analitica giunge il Righi, che cioè perchè si possano avere battimenti o frange in moto è necessario che la luce emessa dalla sorgente fuori del campo non sia luce naturale.

5. Questa condizione, come bene osserva l'illustre professore, è praticamente irrealizzabile. Però è facile vedere che si può modificare l'esperienza in modo da eliminare l'effetto dell'altra componente disturbatrice.

Osserviamo la luce emessa dalla sorgente non in direzione delle linee di forza ma in direzione perpendicolare. La primitiva riga spettrale viene ordinariamente trasformata, per il fenomeno di Zeemann, in un *triplet* le cui componenti esterne sono polarizzate nel senso delle linee di forza, l'interna perpendicolarmente alle linee di forza stesse. Con un nicol avente la sezione principale

(1) Rend. Lincei, serie 5^a, vol. VII, aprile 1898.

(2) Rend. Lincei, vol. VII, fasc. 11^o, giugno 1898.

parallela alle linee di forza potremo arrestare la componente interna; rimarranno le due esterne che corrispondono, secondo il Cornu, a una componente della luce primitiva alterata dal campo e trasformata in due vibrazioni parallele interferibili e di diverso periodo. Esse produrranno il fenomeno dei battimenti, e quindi, osservando con un nicol la luce emessa dalla sorgente nel campo, se l'alterazione del periodo è convenientemente piccola, si dovrebbero avere delle intermittenze di luce e di oscurità.

Come si vede così è eliminato l'effetto dell'altra componente che rendeva impossibile il fenomeno dei battimenti con luce parallela alle linee di forza del campo. Ma si potranno osservare le previste intermittenze di luce e di oscurità?

Nei primi tentativi, eseguiti qualche tempo fa, di realizzare l'esperienza mi sorse un dubbio che esposi in nota nel lavoro citato. Tutto ciò infatti vale, io osservavo, finchè si tien conto di una *sola* particella luminosa: ma se si considera che la sorgente è costituita di un numero infinito di particelle che vibrano indipendentemente l'una dall'altra, i massimi e i minimi dovuti alle diverse particelle non saranno coincidenti e daranno quindi, attraverso a un nicol, luce di intensità media costante.

Questa stessa osservazione si può ripetere per l'esperienza progettata dal Righi, e concluderne che la condizione trovata per aver frange in moto, che cioè le due componenti della luce primitiva non siano eguali, è bensì necessaria ma è lungi dall'esser sufficiente, poichè si incorre in una difficoltà ben più grave e insormontabile, inerente alla costituzione stessa delle sorgenti luminose.

È facile rintracciare la necessità di ricorrere a una sola particella vibrante anche nel ragionamento analitico del prof. Righi.

È chiaro infatti come, ogni volta che si producono fenomeni di interferenza, ci si metta sempre in tali condizioni che i diversi sistemi di frange dovute ai vari punti della sorgente siano coincidenti. È perciò che nell'esperienza di Young, in quelle degli specchi e del biprisma di Fresnel ecc., si ricorre a una fenditura strettissima convenientemente orientata; è perciò che le frange spariscono appena la fenditura sia troppo larga.

Ora, finchè la posizione dei massimi e dei minimi luminosi dipende dalla differenza di cammino che i raggi interferenti acquistano fuori della sorgente, è possibile dare a questa una forma tale che quei massimi e minimi coincidano. Ma quando la posizione dei massimi e minimi dipende dalla fase propria della particella, essendo le vibrazioni delle diverse particelle completamente indipendenti, non si possono avere massimi e minimi che ricorrendo a una particella sola. L'esperienza dei battimenti riesce nelle disposizioni sperimentali ottiche del Righi e nelle altre sopra esposte, solo perchè l'alterazione del periodo avviene fuori della sorgente, allo stesso istante per tutte le particelle. Credo adunque si possa concludere che la produzione dei battimenti luminosi, ricorrendo al fenomeno di Zeemann, è impossibile.