

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXC.

1893

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME II.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1893

Fisica. — *Quale sia il piano di polarizzazione per le oscillazioni hertziane.* Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

« Se si ammette che le vibrazioni dell'etere cui sono dovuti i fenomeni luminosi sieno della stessa natura delle vibrazioni elettromagnetiche ottenute e studiate da Hertz, si presenta subito il quesito di sapere se la direzione della vibrazione di Fresnel corrisponda alla direzione della perturbazione elettrica o a quella della perturbazione magnetica, o in altri termini di determinare quale di queste due direzioni sia contenuta nel piano di polarizzazione.

« A risolvere tal quesito Trouton (1) e poscia Klemenčić (2) ricorsero al fenomeno della riflessione delle oscillazioni di Hertz. Essi impiegarono apparecchi che davano vibrazioni elettriche di circa 66 c. di lunghezza d'onda, e trovarono che esisteva un angolo di polarizzazione nel caso in cui le oscillazioni elettriche incidenti avevano direzione parallela al piano di riflessione. Ne conclusero che nei fenomeni luminosi la vibrazione di Fresnel ha la direzione della forza elettrica, ossia che il piano di polarizzazione è perpendicolare all'oscillatore.

« Siccome le lastre riflettenti adoperate in quelle ricerche erano piuttosto piccole in rapporto alla lunghezza d'onda, mi ha sembrato non privo d'interesse lo studiare da capo la questione coi miei apparecchi, che fornendo onde assai brevi ($\lambda = 7,5$ c.), permettono di adoperare riflettori relativamente grandi (p. es. avanti 5 o 6 volte λ di lato).

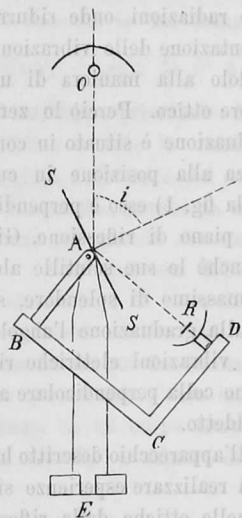


Fig. 1.

« A questo scopo ho messo assieme un apparecchio provvisorio, costituito da una tavoletta di legno AE (fig. 1) posta nella direzione dei raggi di forza elettrica provenienti dall'oscillatore O, ed all'estremo A della quale esiste un asse perpendicolare al suo piano, intorno a cui può girare tanto la lastra riflettente SS' (lastra quadrata di metallo o di solfo) quanto il pezzo di legno a doppia squadra ABCD, il cui piano è perpendicolare all'asse A, e che porta il risonatore R. Tanto questo che l'oscillatore O sono muniti di specchio parabolico (vedi per la descrizione una Nota precedente) (3).

« Siccome l'asse dell'oscillatore è verticale, e nella fig. 1 (che è una proiezione orizzontale) è pure verticale lo specchio SS ed il risonatore R, così nel

(1) *Nature*, v. 39, n. 1908, p. 393.

(2) *Sitzber. d. Ak. Wien* (1891), p. 109.

(3) *Rend. vol. II*, pag. 505 (3 giugno 1893). Vedi la fig. 4 alla pag. 505.

caso di questa figura le oscillazioni elettriche incidenti sono perpendicolari al piano d'incidenza, ed arrivano al risonatore parallele alla direzione di questo. Ma basta girare la tavoletta intorno al proprio asse longitudinale AE perchè le vibrazioni del fascio incidente divengano inclinate rispetto al detto piano. Con una rotazione di 90° si arriverà anzi a rendere le vibrazioni elettriche incidenti parallele al piano di riflessione, ed in tal caso il piano del pezzo ABCD sarà divenuto verticale. Una grossolana graduazione, non disegnata nella figura, farà conoscere l'angolo α delle vibrazioni elettriche incidenti colla perpendicolare al piano d'incidenza.

• Facendo girare lo specchio intorno all'asse A si può variare a piacere entro larghi limiti l'angolo d'incidenza i , misurato da apposito quadrante graduato. Sullo stesso quadrante si leggerà la posizione del pezzo ABCD onde il risonatore R sia esattamente rivolto nella direzione da cui arrivano le radiazioni riflesse dallo specchio SS ⁽¹⁾.

• Il risonatore R (vedi Nota citata) è mobile insieme al suo riflettore intorno ad un asse parallelo alla direzione delle radiazioni che lo colpiscono, e può così inclinarsi d'un angolo qualunque, che viene misurato da apposito cerchio graduato. Si può quindi con esso, non solo valutare in qualche modo l'intensità della radiazione che lo colpisce, desumendola dal coseno dell'angolo di cui deve girarsi intorno alla direzione delle radiazioni onde ridurre a zero o quasi le scintille, ma anche determinare l'orientazione delle vibrazioni,

adoperandolo alla maniera di un analizzatore ottico. Perciò lo zero della graduazione è situato in corrispondenza alla posizione in cui (come nella fig. 1) esso è perpendicolare al piano di riflessione. Girandolo sinchè le sue scintille abbiano il massimo di splendore, si leggerà sulla graduazione l'angolo α' che le vibrazioni elettriche riflesse fanno colla perpendicolare al piano suddetto.

• Coll'apparecchio descritto ho cercato di realizzare esperienze simili a quelle ottiche della riflessione della luce polarizzata. Per esporle con chiarezza stabilirò prima alcune convenzioni e richiamerò alcuni fatti dell'ottica.

• Sia S (fig. 2) lo specchio, ⁽¹⁾ L'angolo di AB con AE deve essere eguale a $2i - 90^\circ$.

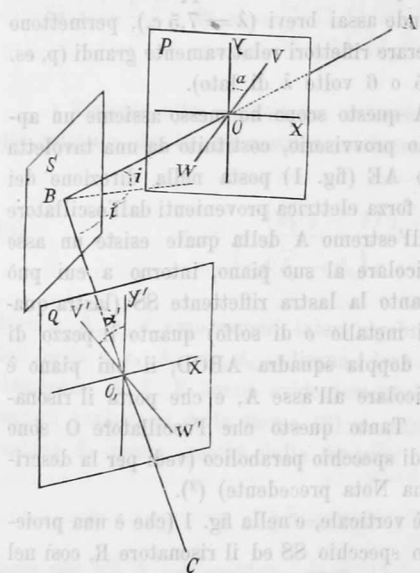


FIG. 2.

(1) L'angolo di AB con AE deve essere eguale a $2i - 90^\circ$.

AB un raggio incidente, BC il raggio riflesso. Si prenda un piano P perpendicolare in O al raggio incidente e si traccino gli assi ortogonali Ox, Oy , il secondo dei quali è perpendicolare al piano di riflessione. L'orientazione della vibrazione VW sul raggio incidente sarà individuata dall'angolo α che essa fa con Oy , contato positivamente verso destra. Analogamente si faccia nel piano Q per il raggio riflesso. Se ammesso $BO = BO'$ si immagina che l'angolo d'incidenza i diminuisca poco a poco sino a zero, i due piani P e Q, come pure gli assi su essi tracciati arriveranno a coincidere, ma Ox ed $O'x'$ rimarranno con direzioni opposte. Così si comprende come nella riflessione su corpi trasparenti per incidenze piccole la vibrazione V' W' sul raggio riflesso faccia con $O'y'$ un angolo α' che è negativo ⁽¹⁾. Se l'incidenza i è maggiore di quella di polarizzazione α' diviene positivo e V' W' entra nell'angolo $x'O'y'$. In ogni caso $\alpha' < \alpha$.

È noto che in prossimità dell'incidenza principale (o di polarizzazione) la componente della vibrazione secondo $O'x'$ diviene assai piccola, e che in pari tempo si forma fra le due componenti una differenza di fase che cresce rapidamente da 0 a π allorché i passa dai valori un po' minori a quelli un po' maggiori dell'incidenza principale. Il raggio riflesso per queste incidenze è perciò a vibrazioni elittiche.

È noto infine che nel caso della riflessione su metalli, la differenza di fase fra le due componenti si manifesta gradatamente e cresce da 0 a π mentre i varia da 0° a 90° , assumendo il valore $\frac{\pi}{2}$ quando i è l'angolo d'incidenza principale. Per cui il raggio riflesso dai metalli è generalmente elittico a tutte le incidenze (se, ben inteso, α è diverso da 0° e da 90°). Inoltre l'elitticità dei raggi riflessi è assai più facile a riconoscersi nel caso dei metalli, perchè la componente secondo $O'x'$ anche quando è minima, è assai più grande che nel caso dei corpi trasparenti.

In qualcuna delle mie esperienze ho preferito di non tener conto dell'elitticità, e di osservare solo qual fosse l'azimut dell'asse maggiore della vibrazione elittica sul raggio riflesso, ed ho tratto profitto d'una analogia che esiste qui fra il caso dei metalli e quello dei corpi trasparenti. Consiste in questo, che l'asse maggiore dell'elisse è orientato come la vibrazione riflessa da un corpo trasparente, e che l'angolo α' che il detto asse maggiore fa con $O'y'$ è minore di α ⁽²⁾.

(1) La differenza di fase $\frac{\lambda}{2}$ che si forma nella riflessione quando S è di sostanza più rifrangente del mezzo in cui si propagano i raggi AB e BC, non modifica quanto si è detto.

(2) Questa analogia, che non credo sia stata mai rilevata, si può dimostrare nel modo seguente. Sia φ la differenza di fase fra le due componenti della vibrazione riflessa da un metallo, dirette rispettivamente secondo il piano di riflessione e perpendicolarmente a questo piano, e sia n il rapporto fra i coefficienti di riduzione (che per solito si rap-

« Quando i è l'incidenza principale, l'elisse ha per assi $O'x'$ ed $O'y'$, e per un appropriato valore di α diviene una circonferenza.

« Per mostrare nel modo migliore le relazioni esistenti fra il fenomeno luminoso e quello da me realizzato colle vibrazioni di Hertz, scriverò di fronte alle note proprietà del primo, quelle che risultano dalle mie esperienze pel secondo, aggiungendo solo alcuni schiarimenti intorno al metodo seguito per metterle in evidenza.

RIFLESSIONE DELLA LUCE POLARIZZATA

1) Piano di polarizzazione del raggio incidente perpendicolare al piano di riflessione. L'intensità del raggio riflesso diminuisce al crescere di i sino all'incidenza principale, e poi cresce nuovamente.

2) Piano di polarizzazione parallelo al piano d'incidenza. L'intensità del raggio riflesso cresce con i .

3) Per un dato angolo d'incidenza il raggio riflesso è più intenso se il piano di polarizzazione del raggio incidente coincide col piano di riflessione, che quando i detti due piani sono perpendicolari fra loro (ossia, colle designazioni dell'ultima nota, $k < h$).

RIFLESSIONE DELLE VIBRAZIONI DI HERTZ

1) Adoperando come riflettore una lastra di zinco, ho osservato che la vivacità delle scintille nel risonatore segue un andamento di questo genere, allorchè l'apparecchio è disposto come indica la fig. 2, e cioè quando l'asse dell'oscillatore è perpendicolare al piano di riflessione. L'intensità della radiazione riflessa diminuisce in tal caso visibilmente al crescere di i sino a circa 73° . Dopo sembra crescere nuovamente. Col rame il fenomeno è assai più marcato.

2) Quando l'asse dell'oscillatore è nel piano d'incidenza, lo scintillare del risonatore non varia che poco con i , di modo che non si può riconoscere se cresca al crescere dell'angolo d'incidenza.

3) Le scintille nel risonatore sono più vive nel caso 2) che nel caso 1); cioè l'intensità della radiazione riflessa è maggiore quando l'oscillatore è nel piano di riflessione, che quando gli è perpendicolare. Questa è la maniera più semplice per decidere sull'orientazione del piano di polarizzazione delle radiazioni hertziane, giacchè è facile con rotazioni della tavoletta AE (fig. 1) passare rapidamente dal caso 2) al caso 1). Un modo semplice di sperimentare è il seguente.

presentano con k ed h) delle loro ampiezze. Cercando l'azimut degli assi della vibrazione ellittica riflessa si trova:

$$\operatorname{tang} 2\alpha' = \frac{2n \operatorname{tang} \alpha \cos \varphi}{1 - n^2 \operatorname{tang}^2 \alpha},$$

$$\text{da cui} \quad \operatorname{tang} \alpha' = \frac{\sqrt{(1 - n^2 \operatorname{tang}^2 \alpha)^2 + 4n^2 \operatorname{tang}^2 \alpha \cos^2 \varphi} - (1 - n^2 \operatorname{tang}^2 \alpha)}{2n \operatorname{tang} \alpha \cos \varphi},$$

avendo scelto qui il segno del radicale in modo che il valore di α' minore di $\frac{\pi}{2}$ che soddisfa a questa equazione indichi precisamente l'azimut dell'asse maggiore dell'elisse. Si vede così subito che α' è negativo se $\varphi < \frac{\pi}{2}$, e positivo se $\varphi > \frac{\pi}{2}$. Se poi si tiene conto dell'essere sempre $n < 1$ e $\cos \varphi < 1$, si riesce facilmente a riconoscere che α' è minore di α in valor assoluto. Dunque, tanto pel segno che per la sua grandezza relativa a quella di α , α' si comporta come nel caso della riflessione sui corpi trasparenti.

Si disponga dapprima l'apparecchio come nella fig. 2, e si indebolisca la radiazione incidente (p. es. accostando le palline centrali dell'oscillatore) sinchè le scintille al risonatore sieno per sparire. Girando allora di 90° la tavoletta AE, e girando di altrettanto il risonatore onde ridurlo nuovamente parallelo alle vibrazioni elettriche riflesse, le scintille divengono vivacissime.

Dopo aver eseguito più volte l'esperienza col riflettore di zinco, l'ho ripetuta colla lastra di solfo, ed il risultato mi ha sembrato simile. L'effetto è tanto più marcato quanto più l'incidenza è prossima ad essere l'incidenza principale (circa 73° per lo zinco e circa 65° per lo zolfo). Col rame l'effetto è notevolissimo.

« Per mettere d'accordo le esperienze ottiche con quelle elettriche bisognerebbe dunque ammettere, contrariamente ai risultati di Tronton e Klemenčič, che la direzione della vibrazione di Fresnel corrispondesse alla direzione della perturbazione magnetica. Allo stesso risultato accennano le seguenti esperienze, nelle quali la vibrazione incidente è inclinata sul piano di riflessione di un angolo α .

4) Se si dispone la vibrazione incidente VW (fig. 2) in modo che l'angolo α sia di 45° , delle due componenti secondo $O'x'$ ed $O'y'$ della vibrazione riflessa, la seconda è la più intensa.

5) Se la vibrazione incidente VW (fig. 2) fa un angolo α colla perpendicolare al piano di riflessione, e se i è minore dell'incidenza principale, la vibrazione riflessa $V'W'$ (o l'asse maggiore dell'elisse nel caso della riflessione su metalli) fa con $O'y'$ un angolo α' che è negativo e minore di α . Quindi la vibrazione riflessa si accosta alla perpendicolare al piano di riflessione.

6) Se $i >$ dell'incidenza principale, α' è positivo.

7) Il raggio riflesso dai metalli è elittico.

4) Questa esperienza equivale alla 3), e solo presenta maggior comodità d'esecuzione, giacchè basta constatare che le scintille sono più vive disponendo il risonatore parallelo al piano di riflessione, che mettendolo perpendicolarmente. Collo zinco la differenza è notevole e più ancora col rame. Collo zolfo lo è meno e bisogna che i sia abbastanza grande, se nò il risultato lascia incertezza.

5) Si misuri l'angolo α che l'oscillatore fa col piano di riflessione, che è ancora l'angolo fatto colla perpendicolare a questo piano dalla direzione della forza magnetica. Si trova che, onde il risonatore dia le più vive scintille, esso deve fare col piano di riflessione un angolo α' negativo e minore di α , se l'incidenza i è minore di circa 73° (nel caso dello zinco). Anche qui dunque la direzione della vibrazione luminosa corrisponde alla direzione della forza magnetica. Collo solfo l'esperienza è incerta; ma la seguente 6) mi ha sembrato riescire tanto nella riflessione sullo zinco o sul rame, che in quella sullo zolfo.

6) Fatto i eguale a circa 80° l'angolo α' trovato nel modo detto or ora è positivo.

7) Le vibrazioni elettriche riflesse dalla lastra di zinco sembrano essere ellittiche, giacchè, e specialmente con i prossimo ai 73° , il risonatore dà piccole scintille anche se girato di 90° a partire dall'orientazione che dà le scintille le più vivaci.

8) Se i è l'incidenza principale, per un particolare valore di α il raggio riflesso è a vibrazioni circolari.

8) Se $i = a$ circa 73° , si può trovare un certo valore di α tale che il risonatore mostri scintille sensibilmente di egual vivacità, qualunque sia la sua orientazione. Si riesce dunque così ad ottenere (e credo per la prima volta) delle vibrazioni hertziane circolari, che mi propongo di ottenere anche per via d'una doppia riflessione totale in un parallelepipedo di paraffina.

« Queste esperienze, od almeno quelle nelle quali il riflettore è metallico, condurrebbero dunque a questa conclusione, e cioè che *il piano di polarizzazione delle vibrazioni di Hertz passa per l'asse dell'oscillatore, ossia che la vibrazione di Fresnel è nelle direzione della forza magnetica*. Le vibrazioni luminose sarebbero dunque vibrazioni magnetiche.

« Per quanto sia lecito il supporre che la circostanza dell'essersi quasi sempre adoperati dagli antecedenti sperimentatori specchi troppo piccoli, abbia influito sui risultati, o producendo fenomeni di diffrazione o altrimenti, e per quanto si debba tener conto delle cause d'errore incognite, coscienziosamente rilevate dal sig. Klemencic, pure non oso considerare la questione proposta come risolta. Credo anzi che essa, per la sua alta importanza meriti di essere studiata da capo senza preconcetti e possibilmente con nuovi apparecchi, e sopra tutto con riflettori anche più grandi, relativamente alla lunghezza d'onda, di quelli che io stesso ho per ora adoperati. Ho creduto bene ad ogni modo far noti subito questi primi risultati, dovendo per qualche tempo sospendere le mie ricerche sperimentali ».

Fisica. — *Descrizione d'un elettrometro assoluto esatto e di facile costruzione e di un nuovo metodo per la misura della costante dielettrica dei liquidi.* Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

« Descrissi recentemente ⁽¹⁾ uno sferometro molto facile a costruire, nel quale si deduce la distanza verticale fra due posizioni di una punta, dalla quantità di liquido che bisogna aggiungere o togliere in un recipiente piuttosto largo, perchè il liquido che prima affiorava esattamente all'estremità della punta nella prima posizione, venga ad affiorare alla stessa nella seconda posizione.

« Questo sferometro poco o punto inferiore a quelli a vite micrometrica, è tale da applicarsi facilmente ai manometri ad aria libera e ad aria com-

(1) Rendiconti della R. Acc. dei Lincei, I vol del 1893.