

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXC.

1893

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME II.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1893

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Seduta del 3 giugno 1893.

F. BRIOSCHI Presidente

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

Fisica. — *Alcune esperienze con oscillazioni di Hertz di piccola lunghezza d'onda.* Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

« È noto quanto riesca incomodo e difficile il ripetere le belle esperienze di Hertz, che mostrano la completa analogia fra la propagazione dei raggi di forza elettrica e quella dei raggi luminosi. Anche se la lunghezza d'onda non è che di 66 centimetri, come nella classica esperienza di Hertz, occorrono specchi, lenti e prismi di dimensioni colossali, onde far vedere la riflessione o la rifrazione delle radiazioni elettriche, e non sarebbe neppur da tentare l'esecuzione di tante esperienze analoghe ad altre dell'ottica ordinaria.

« Ho creduto quindi che convenisse cercar modo di sperimentare con lunghezze d'onda assai minori, e sono giunto a costruire dei risonatori rettilinei dotati di così breve periodo vibratorio, da rispondere in modo ben visibile a vibrazioni elettriche la cui lunghezza d'onda è di pochi centimetri, come pure i relativi oscillatori, capaci di eccitarli in modo efficace.

« Con apparecchi delle forme usuali, messi in azione da un rocchetto di Ruhmkorff, non è possibile ottenere effetti distinti, se le loro dimensioni sono tali da dare onde alquanto più corte di quelle fino ad ora ottenute; ma si riesce nell'intento se si adopera una grande macchina ad influenza al posto del rocchetto, e se si trae profitto della osservazione, molto importante dal punto di vista pratico, fatta da Sarasin e De la Rive, e cioè del-

l'aumento di effetti che si ottiene facendo scoccare la scintilla dell'oscillatore in un liquido isolante (1). Senza accennare ai tentivi e perfezionamenti successivi descriverò gli apparecchi che adopero per onde di 20 centimetri, e quelli per onde di 7,5 c.

1. *Descrizione degli oscillatori.*

« Ogni oscillatore è costituito da due sfere d'ottone *a, b* (fig. 1) fissate con mastice di gomma lacca in coni di vetro *m m, n n* (imbuti tagliati), in guisa che metà d'ogni sfera sporga al disotto del cono. I due coni sono sostenuti da due righe d'ebanite *p, q* che obbligherebbero le due sfere *a, b*, a toccarsi, se, vincendo la loro elasticità, non si scostassero di qualche millimetro con una vite d'ebanite *v*. L'imbuto inferiore *n n* è pieno d'olio di vasellina, reso poco scorrevole coll'aggiunta di vasellina (avendo già riconosciuto che questo liquido è preferibile all'olio di uliva adoperato da Sarasin e De la Rive).

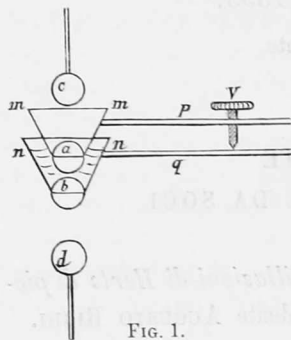


FIG. 1.

« Sopra e sotto le sfere *a e b* se ne trovano altre due *c, d* comunicanti per mezzo di aste o di fili coi conduttori d'una grande macchina di Holtz a quattro dischi, capace di dare scintille di oltre 30 centimetri, dalla quale furono tolti i soliti condensatori.

« Quando la macchina funziona si ottiene una rapida serie di scintille nei tre intervalli *ca, ab, bd*, nel primo e ultimo dei quali la scintilla si forma attraverso l'aria, e nel secondo attraverso il liquido isolante. L'oscillatore è realmente costituito dalle due sfere *a, b* congiunte dalla piccola scintilla che si forma nel liquido, poichè le sue oscillazioni proprie si sovrappongono a quelle che eventualmente prendono origine nell'intero sistema conduttore (2).

« Se le sfere *a e b* hanno 4 c. di diametro, l'oscillatore può servir bene per lunghezza d'onda di 20 centimetri. Se invece le sfere suddette hanno circa 1,36 c. di diametro, l'oscillatore eccita bene i risonatori corrispondenti a 7 centimetri e mezzo di lunghezza d'onda. È bene che le sfere *c e d* sieno di egual diametro delle *a e b*.

« L'effetto che questi oscillatori producono sui corrispondenti risonatori, dipende dalle lunghezze delle tre scintille. L'effetto migliore si ottiene quando

(1) Vedi Nota precedente in questi Rendiconti, p. 333 (30 aprile 1893).

(2) Vari oscillatori tutti eguali e messi in serie danno oscillazioni di tanto maggior lunghezza d'onda, quanto più grande è il loro numero, senza che resti rinforzata l'oscillazione propria di ciascuno.

le due scintille nell'aria sono le più lunghe possibili, purchè restino bianche e vivaci, e quando la scintilla nel liquido non oltrepassa una certa lunghezza, al di là delle quale d'altronde può accadere che si formi un'unica scintilla nell'aria fra c e d .

« Per esempio, per l'oscillatore più piccolo (lunghezza d'onda $\lambda = 7,5$ c.) si hanno ottimi effetti allorchè le scintille nell'aria sono lunghe 2 c. e quella nel liquido 0,2 c. circa. Del resto le distanze esplosive si regolano facilmente con brevi tentativi.

« Coll'uso prolungato, il liquido si scompone ed annerisce e lascia deporre uno strato nero sulle palline a b e sugli imbuti. Goccioline liquide sono spesso proiettate all'intorno, e giungono a bagnare le parti metalliche fra le quali si formano le due scintille nell'aria. Ad onta di tutto ciò, l'oscillatore non diminuisce affatto di efficacia, e lo si può adoperare per molte e molte ore senza interruzione, ciò che costituisce un vantaggio pratico grandissimo.

2. Descrizione dei risonatori.

« Si può osservare la scintilla in risonatori circolari; ma quelli di forma rettilinea sono di gran lunga più sensibili. Anzichè formarli con due fili metallici posti in linea retta e con un intervallo d'aria piccolissimo regolabile con vite micrometrica, ho trovato assai più vantaggioso il formarli con una striscia di specchio, nell'argentatura del quale si è praticata una interruzione per la scintilla. È noto infatti, come a parità di potenziali sieno più lunghe e più brillanti le scintille che si formano alla superficie d'un vetro, che quelle che si formano nell'aria. Nei miei risonatori le scintillette sono abbastanza vive perchè possano essere viste nell'oscurità anche ad un metro o due di distanza. È bensì vero che con risonatori così fatti non si può variare a piacere l'intervallo a scintilla, ma è tanto facile e rapida la loro costruzione che si può averne sempre pronta una buona provvista, onde cambiarli non appena che, in causa della corrosione dell'argento, la loro distanza esplosiva è divenuta troppo grande, e la loro sensibilità è perciò divenuta troppo piccola (1).

« Per costruirli procedo così. Prendo uno specchio argentato del commercio a b c d , (fig. 2) e collo scalpello metto a nudo il vetro nel rettangolo e f c d , tale, che l'altezza a e della parte dello specchio rispettata, sia eguale alla lunghezza che devono avere i risonatori. Ciò fatto levo la vernice che copre

(1) Accade spesso che un risonatore nuovo non mostra scintilla che dopo averlo messo per un istante assai vicino all'oscillatore, o anche averlo messo colla sua estremità direttamente in contatto con uno dei conduttori della macchina. Inoltre, se si fa lentamente diminuire l'intensità della oscillazione che giunge ad un risonatore, per esempio allontanandolo gradatamente dall'oscillatore, esso seguita a dare scintille anche con valori di quell'intensità pei quali direttamente non s'illumina.

l'argento rimasto in $a e f b$, per mezzo della immersione in alcool assoluto bollente, oppure in essenza di trementina bollente (secondo la natura della vernice). Ciò fatto procedo alla parte più delicata del lavoro, la quale consiste nel tracciare col diamante una interruzione nel velo d'argento, secondo una retta $m n$ parallela ad $a b$ ed a metà distanza fra $a b$ ed $e f$. Bisogna far uso di uno di quei diamanti che si adoperano nelle macchine a dividere,

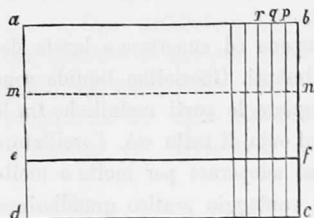


FIG. 2.

fissato all'estremità di una piccola leva, scegliere a tentativi la sua migliore posizione, far sì che appoggi appena col proprio peso sulla lastra, ed infine far scorrere quest'ultima con moto uniforme, e reso rettilineo da apposite guide.

▪ Il taglio fatto dal diamante nell'argento deve essere ad orli nettissimi e rettilinei. La sua larghezza misurata al microscopio, fu sempre di 1 a 2 millesimi di millimetro.

▪ Un taglio più largo fa perdere in sensibilità, ma molte delle esperienze con onde di 20 c. possono riuscire anche con risonatori nei quali l'argento fu tagliato con lama di temperino.

▪ Non resta che tagliare secondo le p , q , r etc. e coll'ordinario diamante la lastra $a b c d$ in tante striscie di egual larghezza, per averne altrettanti risonatori. La parte inferiore di vetro nudo servirà per reggerli colla mano o fissarli a sostegni.

▪ Per l'oscillatore più grande rispondono bene risonatori lunghi (da una estremità all'altra dell'argento) 11,5 c. e larghi 0,6 c.; la loro lunghezza di onda è 20 c. Per l'oscillatore più piccolo i risonatori sono lunghi 3,9 c. e larghi 0,2 c. e corrispondono alla lunghezza d'onda di 7,5 c.

▪ I risonatori possono adoperarsi da soli, o munendoli di riflettore parabolico. Lo stesso si dica per l'oscillatore.

▪ Senza riflettori e cogli apparecchi per le onde di 20 c. si vede la scintilla nel risonatore anche se dista quasi 3 metri dall'oscillatore. Coi due riflettori, che hanno 5 c. di distanza focale, e sono alti 50 c. e larghi 40 c. la scintilla al risonatore è ancora ben visibile a 25 metri. Cogli apparecchi piccoli ($\lambda = 7,5$ c.) la scintilla cessa di essere visibile a meno di un metro di distanza fra oscillatore e risonatore; ma cogli specchi parabolici essa è visibile a sei metri e più.

▪ Il riflettore parabolico che adopero per questo piccolo oscillatore ha circa 5,7 c. di distanza focale, 40 c. di altezza e 32 c. di larghezza.

▪ Per il risonatore ne adopero in generale uno assai più piccolo di circa 1,9 c. di distanza focale, alto 23 c. e largo 17 c. (la fig. 3 rappresenta una sezione orizzontale). Esso è forato nel centro o , ed è connesso ad un tubo

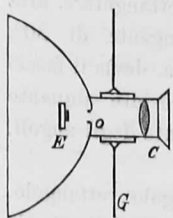


FIG. 3.

orizzontale munito di un oculare C, e che può girare intorno al proprio asse. Un cerchio graduato G può misurare l'inclinazione che si dà alle generatrici del riflettore rispetto alla verticale. L'oculare C serve ad osservare la piccola scintilla che si forma nel risonatore, il quale è fissato con due anellini elastici contro la faccia rivolta verso lo specchio di una riga d'ebanite E. Questa disposizione data al risonatore rende possibili delle misure approssimative, come si vedrà in seguito.

3. Esperienze di riflessione e rifrazione.

« Le esperienze per dimostrare l'interferenza fra onde dirette e onde riflesse da una lastra conduttrice piana, riesce benissimo, anche se il riflettore ha piccole dimensioni, p. es. nel caso di $\lambda = 7,5$ c. la lastra riflettente può essere di un decimetro quadrato. I primi nodi e ventri, partendo dalla lastra, chiaramente appaiono muovendo un risonatore tenuto a mano lungo la linea di propagazione. La mano distesa dà effetto simile a quello della lastra.

« L'esperienza si può fare anche mettendo lastra riflettente e risonatore entro un liquido isolante, con che si può valutare direttamente la lunghezza d'onda nel liquido stesso. Coll'olio d'ulivo la lunghezza d'onda fu circa i tre quarti di quella nell'aria.

« Una semplice listerella metallica od anche un filo verticale, posto dopo il risonatore a $\frac{\lambda}{4}$ di distanza da questo, rende assai più vigorosa la scintilla del risonatore stesso. Si può profittare di questo aumento di sensibilità che produce una listerella parallela al risonatore quando la natura della ricerca non permetta di applicare al medesimo un riflettore parabolico.

« La riflessione obliqua sopra una lastra metallica si ottiene in modo evidentissimo, anche con grandi distanze, se oscillatore e risonatore sono muniti di riflettore.

« Cogli istrumenti adatti alle onde di $\lambda = 7,5$ c. riesce bene l'esperienza di riflessione anche con specchi aventi forma di superficie di rivoluzione, e precisamente coi due specchi coniugati, che trovansi in ogni gabinetto e che sono destinati a mostrare la riflessione del suono o del calor raggianti. L'oscillatore si pone nel fuoco di uno degli specchi, i quali nel caso mio hanno 44 c. di diametro, e 18,6 c. di distanza focale, ed il risonatore nel fuoco dell'altro, posto di fronte al primo a circa 4 metri di distanza.

« Per la rifrazione, tanto l'oscillatore che il risonatore sono muniti del loro specchio parabolico, e fra essi è collocato un diaframma metallico, munito di una apertura, la quale, nel caso di $\lambda = 7,5$, può ridursi ad essere un cerchio di 8 c. di diametro, senza che cessi di vedersi la scintilla nel ri-

sonatore. Però per l'esperienza attuale la detta apertura è rettangolare, alta 17 c. e larga 7 c. Un prisma di paraffina con angolo rifrangente di 30° , applicato contro l'apertura, della quale ha circa la stessa altezza, devia il fascio trasmesso, tanto che per raccoglierlo sul risonatore bisogna spostare alquanto quest'ultimo verso la base del prisma. Dietro misure approssimate degli angoli, la paraffina avrebbe 1,6 per indice di rifrazione.

« Con un prisma di paraffina la cui sezione è un triangolo rettangolo, posto verticalmente contro l'apertura del diaframma, e con una delle faccie dell'angolo retto (che sono di 12 c. per 18 c.) normale al fascio emesso dall'oscillatore, si ottiene nel modo più evidente l'effetto della riflessione totale che avviene sulla faccia ipotenusa del prisma, dirigendo a questo scopo l'asse del risonatore verso la seconda faccia dell'angolo diedro retto. Se mentre nel risonatore si guarda la scintilla eccitata dalle radiazioni riflesse, si accosta alla faccia ipotenusa del prisma la faccia ipotenusa di un altro prisma di paraffina eguale al primo, la scintilla scema d'intensità non appena la distanza fra le due faccie accostate è di 18 a 20 mm. cioè circa eguale a $\frac{\lambda}{4}$. Più diminuisce quella distanza e più la scintilla diminuisce di splendore, tanto da sparire affatto prima che i due prismi giungano in contatto e formino un parallelepipedo. Perchè dunque cessi la riflessione totale non è necessaria la continuità ottica fra i prismi; ma l'effetto comincia a prodursi dal momento in cui lo stato d'aria interposto è grosso meno di un quarto d'onda. Ciò prova che ai fenomeni di riflessione e di rifrazione nella superficie di separazione fra due sostanze diverse prende parte uno spessore di esse che è per lo meno di un quarto d'onda, ed è nota una simile supposizione fatta da Fresnel (1).

« Se il risonatore si lascia nella direzione delle vibrazioni incidenti, nel momento in cui si colloca il primo prisma, sparisce la scintilla (specialmente se il prisma è alquanto più largo dell'apertura del diaframma). Mettendo in posto il secondo prisma e avvicinandolo al primo, ricompaiono le scintille non appena le due faccie ipotenuse distano meno di $\frac{\lambda}{4}$.

« Con un risonatore senza specchio, ed una lente cilindrica piano-convessa di paraffina posta contro l'apertura del diaframma, si riconosce perfettamente la convergenza del fascio rifratto. Benchè avessi cercato di costruire la lente ben aplanetica, dando alla faccia convessa la forma iperbolica, con eccentricità eguale all'indice di rifrazione trovato prima, il risultato fu meno soddisfacente che nel caso delle altre esperienze. Notai infatti le stesse particolarità ed irregolarità già osservate da Lodge e Howard (2) nella analoga esperienza fatta in grande scala.

(1) Billet, *Optique physique*, v. I, p. 120.

(2) *Phil. Mag.* 1889, pag. 48.

« Come si vede, tutte le note esperienze sulla propagazione dei raggi di forza elettrica ed altre non ancora tentate (come quella della riflessione totale o della riflessione su specchi in forma di superficie di rivoluzione), possono, coi miei strumenti, essere eseguite in piccola scala e colla massima comodità. Lo stesso dicasi delle esperienze di polarizzazione, coi reticoli di fili ecc., sulle quali è inutile insistere. Molte delle esperienze seguenti, per quanto credo interamente nuove, non sarebbero forse neppur da tentare con grandi lunghezze d'onda.

4. *Esperienze d'interferenza e di diffrazione.*

« Per queste esperienze ho impiegato il più delle volte l'oscillatore ed i risonatori che danno $\lambda = 20$ c.

« L'interferenza delle radiazioni riflesse da due lastre metalliche formanti un angolo ottuso (esperienza analoga a quella degli specchi di Fresnel) fu già ottenuta da Boltzman (1).

« Se l'oscillatore (senza riflettore) si colloca presso una grande lastra di zinco, si riconosce benissimo, con un risonatore (anch'esso senza riflettore) tenuto a mano, l'esistenza dei nodi e ventri dovuti all'interferenza fra le onde dirette e quelle riflesse obliquamente dalla lastra, muovendolo anche alquanto lontano dalla perpendicolare abbassata dal centro dell'oscillatore sul piano riflettente. Questa esperienza è analoga a quella dell'interferenza ottica con un solo specchio fatta da Fresnel.

« Per le esperienze di diffrazione ho teso sopra una grande tavola A B (fig. 4) un foglio di carta, e su questo ho fatto il disegno che suol adoperarsi per spiegare in modo elementare i fenomeni di diffrazione.

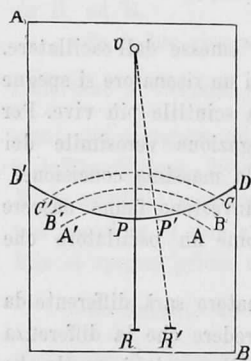


FIG. 4.

Col centro in un punto o ho descritto un arco di cerchio DD' , avente 70 c. di raggio, poi con centro in un punto R che dista circa 110 c. da o ho descritto gli archi AA' , BB' , CC' , i cui raggi sono $RP + 10$ c., $RP + 20$ c., $RP + 30$ c. Siccome in queste esperienze si aveva $\lambda = 20$ c., l'arco DD' è rimasto così *graduato* rispetto al punto R . P è allora il polo dell'onda DD' , PA , AB , AC , ecc. sono gli archi elementari dell'onda stessa, le cui estremità hanno distanze dal punto R che diversificano successivamente di $\frac{\lambda}{2}$.

Le porzioni dell'onda cilindrica limitate dalle verticali passanti nei punti P , A , B , ... sono dunque le *zone elementari* dell'onda stessa, rispetto alla verticale passante per R .

(1) Wied., Ann. XL pag. 399 (1890).

« Sopra o verticalmente e ad un'altezza di 30 c. è collocato l'oscillatore; sopra R il risonatore, ad altezza eguale. Il risonatore R dà scintilla. Mettendo sopra AB ed A' B' due striscie metalliche verticali alte circa 60 c. la scintilla in R diviene assai più viva. Questa esperienza è analoga a quella di Fresnel, colla quale ottenne aumento d'illuminazione sopprimendo le seconde zone elementari dell'onda (1). L'aggiungere diaframmi su CD e C' D' od anche su BC e B' C', non fa variare sensibilmente il risultato, il chè si spiega colla circostanza che l'efficacia delle zone successive scema rapidamente.

« Se si pongono due lastre verticali sopra BD e sopra B' D', la scintilla in R diviene assai debole o sparisce affatto. Questa esperienza corrisponde a quella ottica dell'oscurità prodotta con una fenditura diffrangente che lasci libero un numero pari di zone da ciascun lato del polo.

« Se senza muovere i diaframmi metallici collocati in BD e B' D' si sposta lateralmente il risonatore sino in un punto R' (cui corrisponde il polo P') tale che sia $OR' = OR$ e $BP' = AP$, la scintilla del risonatore diviene nuovamente assai viva. Questo effetto corrisponde alle frangie luminose che stanno ai lati della frangia oscura centrale.

« Un diaframma metallico posto sopra BD fa diminuire la scintilla in R. Uno posto sopra AD la fa aumentare. Ciò corrisponde ad alcuni dei fenomeni di diffrazione prodotti dall'orlo di un corpo opaco.

« Queste esperienze mostrano che il principio di Huyghens si può applicare alla propagazione delle onde elettriche.

5. Azione reciproca fra più risonatori.

« Esponendo più di un risonatore alle radiazioni emesse dall'oscillatore, munito o no di riflettore, ho osservato che in certi casi un risonatore si spegne per la presenza d'un altro, ed in altri invece mostra scintille più vive. Per brevità dell'esposizione comincerò col dare una spiegazione verosimile dei fatti, e così questi potranno essere descritti dopo colla massima concisione.

« Un risonatore nel quale le radiazioni che lo investono fanno nascere delle oscillazioni, deve alla sua volta considerarsi come un oscillatore che produce radiazioni elettriche di egual periodo.

« Però la fase delle vibrazioni proprie del risonatore sarà differente da quella delle vibrazioni incidenti, e vi è motivo di credere che la differenza di fase sia di mezz'onda. Almeno, fra le ipotesi possibili, questa è quella che sembra corrispondere meglio ai fatti osservati. Si noti però che questi, per l'indole loro, si prestano male a misure molto esatte.

« Che un risonatore in azione sia sorgente di ondulazioni capaci di eccitare altri risonatori, si può mostrare in varie maniere, per esempio acco-

(1) Billet, *Traité d'Optique physique*, t. I, pag. 104.

stando ad un risonatore verticale un altro tenuto orizzontalmente e perpendicolare alla direzione nella quale si propaga la radiazione elettrica. Se l'estremità del risonatore orizzontale è all'altezza di una delle estremità di quello verticale, veggonsi scintille anche nell'interruzione del primo, le quali evidentemente non si possono attribuire ad azione diretta dell'oscillatore.

« Ciò premesso, ecco i fenomeni osservati.

« Si abbiano due risonatori R, R', (fig. 5), posti in linea retta col l'oscillatore O. Il risonatore R' dà sempre scintille più deboli quando è presente R che quando questo risonatore è tolto. Infatti in R' interferiscono le radiazioni provenienti da O e quelle provenienti da R, fra le quali esiste la differenza di fase $\frac{\lambda}{2}$, qualunque sia la distanza RR'.

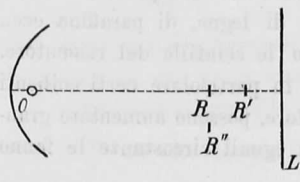


FIG. 5.

« Il risonatore R dà invece scintille più vivaci quando R' è presente, se $RR' = \frac{\lambda}{4}$ (nel caso mio $RR' = 5c.$ perchè in queste esperienze ho adoperati gli strumenti che danno 20 c. di lunghezza d'onda). Ecco come ciò accade. Al ritardo di $\frac{\lambda}{2}$ che hanno le vibrazioni emesse da R', si aggiunge il ritardo di un'altra $\frac{\lambda}{2}$ in causa della distanza RR', percorsa in più dalle vibrazioni che vanno da O ad R', ed un'altra volta da quelle che vanno da R' ad R.

« Se i due risonatori sono nel piano dell'onda, come R ed R'', essi si rinforzano a vicenda, se distano fra loro di $\frac{\lambda}{2}$, giacchè le fasi delle oscillazioni che giungono ad un risonatore, e che provengono dall'altro risonatore e dall'oscillatore, divengono evidentemente eguali. Accostando fra loro R ed R'' le scintille scemano e spesso finiscono collo sparire. Naturalmente se, come può accadere, i due risonatori non hanno egual sensibilità, il meno sensibile si spegne prima dell'altro.

« Se davanti ad una lastra metallica L e a distanza $\frac{\lambda}{2}$ si pone un risonatore R, questo non mostra scintilla, per una ragione ovvia; ma la scintilla ricompare in R, aggiungendo R' a metà distanza, ecc.

« Passerò sotto silenzio altre analoghe esperienze che si possono fare con due o più risonatori, giacchè colla spiegazione premessa sono facili a prevedersi. Ma è interessante il caso in cui i due risonatori non abbiano egual periodo di oscillazione, giacchè è a prevedersi che la loro azione reciproca divenga più debole o nulla. Se per esempio due risonatori sono in R

ed R' , e se la differenza di periodo è abbastanza rilevante (uno sia lungo 11,5 c. e l'altro 19 c.), si osserva che R non fa più diminuire le scintille di R' , specialmente poi se R è quello dei due che ha minor periodo oscillatorio. Parecchi risonatori R, R' , invece d'uno danno analogo effetto (1).

6. Fenomeni prodotti da masse dielettriche.

• Nel corso delle esperienze già descritte ho avuto campo di osservare, non solo che dei parallelepipedi o dei cilindri di legno, di paraffina ecc., posti presso gli apparecchi in azione, modificano le scintille del risonatore, il ché ben si comprende in molti casi, ma che in particolare certi coibenti posti in linea retta fra l'oscillatore ed il risonatore, possono aumentare grandemente le scintille di questo, mentre altri in eguali circostanze le fanno scemare o sparire.

• Se a partire da questa posizione si sposta il coibente in una direzione perpendicolare a quella della propagazione, si giunge presto ad una posizione nella quale esso agisce in senso opposto, ove cioè colla sua presenza determina un affievolimento od anche il cessare delle scintille nel risonatore, se prima produceva aumento, e viceversa.

• Se il coibente ha forma di grossa lastra posta perpendicolarmente alla direzione in cui si propaga la radiazione elettrica, la sua azione è ben manifesta, se copre solo una parte dell'onda che giunge su di essa, ed è azione di aumento o di diminuzione della scintilla a seconda della parte dell'onda che la tocca; ma l'azione stessa sparisce affatto o quasi, se la lastra è tanto larga in ogni direzione, da coprire l'onda intera.

• Quest'ultima osservazione addita la via da seguire per trovare le particolarità caratteristiche del fenomeno. Bisogna cioè far occupare dal coibente diverse posizioni sulle zone elementari nelle quali, come nel caso della diffrazione, può supporre divisa l'onda che arriva al coibente.

• Le esperienze sono state fatte cogli apparecchi piccoli ($\lambda = 7,5$ c.). Sia O (fig. 6) l'oscillatore munito di specchio parabolico, R il risonatore, dietro al quale ed alla distanza $\frac{\lambda}{4}$ stà una listerella verticale di zinco L ,

(1) Parmi che si possano con ciò spiegare le ingegnose esperienze del sig. Garbasso (Atti della R. Acc. di Torino, 19 marzo 1893), le quali secondo il loro autore dimostrerebbero che non è attendibile la bella spiegazione proposta da Poincaré e Bjerknes per la così detta risonanza multipla, e che invece questo fenomeno deve ascriversi alla produzione simultanea di diversi periodi vibratorii nell'oscillatore. È naturale, infatti, che il reticolo di risonatori, eguali fra loro, che in quelle esperienze è posto fra l'oscillatore ed il risonatore, spenga le vibrazioni di questo, se vi è accordo di periodo vibratorio, e non quando l'accordo manca, giacché nel primo caso le onde emesse dal reticolo interferiscono sull'ultimo risonatore con quelle che arrivano direttamente dall'oscillatore. Le dette esperienze non infirmano dunque affatto la spiegazione di Bjerknes.

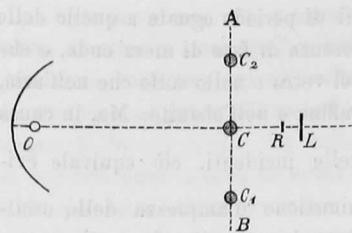


FIG. 6

AB si trovano due posizioni C_1 , C_2 nelle quali la scintilla del risonatore R è più vivace che in assenza del cilindro.

« Misurate molte volte le distanze CR e $C_1 C_2$ ho trovato che $C_1 R = C_2 R = CR + \frac{\lambda}{2}$. Si può dunque dire che il cilindro di vetro si comporta come farebbe un risonatore accordato con R, giacchè siccome per la presenza del riflettore applicato all'oscillatore si può ammettere che l'onda che arriva in C, sia piana, un risonatore posto in C_1 è eccitato colla stessa fase come se fosse in C, e perciò le oscillazioni provenienti da O e da C_1 hanno in R fase uguale, mentre che le fasi diversificano di $\frac{\lambda}{2}$ se il cilindro è in C anzichè in C_1 .

« Un cilindro di solfo si comporta come quello di vetro, e così pure, quantunque debolmente, uno di gomma lacca. Un tubo d'ottone produce un fenomeno analogo. È chiaro poi che, supposta graduata l'onda AB rispetto ad R, si otterrà un effetto analogo a quello che dà il cilindro in C, con lastre che occupino le prime zone elementari, ed un effetto analogo a quello che dà il cilindro in C_1 o C_2 , con lastre che occupino le seconde zone elementari.

« Supponiamo in secondo luogo che il cilindro verticale sia di paraffina o di ebanite od anche d'olio d'ulivo contenuto in un tubo di vetro a sottili pareti. Se il cilindro è in C, si osserva un notevole aumento della scintilla nel risonatore R. Spostandolo lungo AB si trova ben tosto da ogni parte di C una posizione in cui la scintilla in R resta affievolita o spenta affatto.

« Le posizioni del cilindro in cui questo accade non sono C_1 e C_2 ma più vicine a C. Però, se si toglie il cilindro e lungo la retta AB si fanno scorrere due grandi lastre di paraffina (grosse 2 c.) poste nello stesso piano verticale e con un intervallo fra esse largo 6 c., si riconosce che l'intervallo d'aria si comporta come si comportava prima il cilindro di vetro. E cioè, se l'intervallo fra le lastre è in C, si nota un indebolimento della scintilla, mentre che se è in C_1 o in C_2 , si osserva un aumento di vivacità nella scintilla stessa.

« Per coordinare questi fatti si potrebbe invocare l'analogia di comportamento fra il cilindro di vetro ed un risonatore accordato con R, e dire

onde aumentarne la sensibilità (vedi § 3). Lungo una retta AB perpendicolare alla direzione di propagazione si può spostare un cilindro verticale C di 4 c. di diametro, che supporremo dapprima essere di vetro (bastone di antico vetro verde).

« Se il cilindro è posto in C sulla retta OR, esso produce un evidente indebolimento della scintilla; spostandolo lungo

che nei mezzi coibenti si destano oscillazioni di periodo eguale a quello delle vibrazioni emesse dall'oscillatore e con differenza di fase di mezz'onda, e che l'intensità di tali oscillazioni è maggiore nel vetro e nello solfo che nell'aria, ed in questa maggiore ancora che nella paraffina o nell'ebanite. Ma, in causa del ritardo di $\frac{\lambda}{2}$ di queste oscillazioni su quelle incidenti, ciò equivale evidentemente all'ammettere una semplice diminuzione d'ampiezza delle oscillazioni, ossia un assorbimento, diverso nei vari coibenti adoperati, e per esempio maggiore nel vetro che nell'aria. Siccome poi in virtù del principio d'Huyghens l'effetto sul risonatore risulta dal comporre insieme le onde emanate dai vari punti dell'onda AB, così i fenomeni constatati altro non sarebbero che fenomeni di diffrazione, nei quali il vetro rispetto all'aria o l'aria rispetto alla paraffina, producono una azione dello stesso genere di quella di un metallo. Il fenomeno ottico corrispondente consisterebbe nella diffrazione con diaframmi non opachi, ma solo di trasparenza diversa da quella dell'aria.

• Nello stesso modo che un grande diaframma metallico posto in AB spegne affatto le oscillazioni in R, così una grande lastra di vetro ivi posta deve indebolirle, mostrando così una specie di *assorbimento* delle radiazioni. Una lastra di paraffina dovrebbe produrre invece un aumento di effetto, giacchè sostituisee uno strato d'aria che rispetto ad essa si comporta come il vetro rispetto all'aria.

• Senza entrare in considerazioni teoriche riguardanti questo assorbimento, in relazione alle costanti elettriche delle diverse sostanze, passo alle ultime esperienze che devo ancora descrivere, le quali confermano in parte le previsioni.

7. *Trasmissione delle radiazioni elettriche attraverso vari corpi.*

• Anche per queste esperienze ho impiegato le ondulazioni aventi 7,5 c. di lunghezza d'onda. Fra l'oscillatore ed il risonatore, entrambi muniti di riflettore parabolico, e lontani fra loro meno d'un metro, è posto un diaframma metallico verticale munito d'un'apertura centrale di forma qualunque, e di dimensioni appropriate a quelle dei corpi da studiare.

• Comincio col far girare il risonatore (che è bene sia nuovo per ogni coppia di misura) insieme al suo riflettore (vedi fig. 3) intorno all'asse orizzontale, finchè la scintilla, che intanto si osserva coll'oculare, sta per spegnersi, e leggo la rotazione α così compiuta. Poi metto contro l'apertura del diaframma la lastra da studiare e ripeto l'operazione, cioè misuro l'angolo β del quale deve girarsi il risonatore perchè la scintilla stia ancora per spegnersi.

E chiaro che $\frac{\cos \beta}{\cos \alpha}$ sarà il rapporto fra le ampiezze delle oscillazioni che nei due casi arrivano al risonatore.

« Questa misura non è suscettibile di molta precisione, come ben si comprende. Quando si aumenta l'inclinazione del risonatore, le scintille, che prima apparivano come una fila di brillanti stellette, divengono più rare e finiscono col mostrarsi ad intervalli irregolari di più in più lunghi. Bisogna contentarsi dunque di far in modo che colle due rotazioni α e β il risonatore mostri nei due casi press' a poco un egual numero di scintille in tempi eguali. Per cui se dò quì dei risultati numerici, è solo allo scopo di far vedere quali sono i corpi che producono le più notevoli variazioni nell'ampiezza delle oscillazioni elettriche che li attraversano.

Ebanite. Due piastre grosse in tutto 4 c., non danno effetto sensibile, o se mai sembra che colla loro interposizione cresca qualche poco la vivacità delle scintille (cioè sembra essere $\beta > \alpha$).

Paraffina. Si comporta come l'ebanite. Anzi un parallelepipedo grosso 17 c. nel senso della propagazione dà un sensibile aumento di scintilla nel risonatore.

Salgemma. Una larga piastra grossa circa 5 c. non molto limpida non indebolisce sensibilmente la scintilla nel risonatore.

<i>Solfo</i> fuso, grosso 2,5 c. La vibrazione nel risonatore è indebolita nel rapporto	0,9
<i>Mica</i> grossa 0,17 c.	0,9
<i>Vetro</i> da specchi grosso 0,8 c.	0,63
Una pila di lastre di <i>vetro</i> da fotografia, formanti complessivamente 2 c. di spessore	0,9
<i>Gomma lacca</i> di 1,5 di grossezza	0,8
<i>Porcellana</i> grossa 0,5 c.	0,7
<i>Abete</i> , tavoletta grossa 1 c.	0,8
<i>Marmo</i> in lastra grossa 2 c.	0,6
<i>Selenite</i> grossa 1 c.	0,56
<i>Quarzo</i> , disco normale all'asse, grosso 0,8 c.	0,6
<i>Strato</i> di 1 c. d' <i>olio d'uliva</i> in vaschetta d'ebanite	0,77
" " " di <i>benzina</i> " " "	0,93
" " " <i>solfo di carbonio</i> " " "	0,96

« È degno di nota il comportamento di alcuni di questi corpi. Il salgemma e l'ebanite si mostrano permeabilissimi alle radiazioni di Hertz, mentre il cristallo da specchi produce un notevole indebolimento delle radiazioni trasmesse. Ora è noto che questi corpi si comportano in modo simile anche di fronte alle radiazioni calorifiche di maggior lunghezza d'onda ».