

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVII.

1910

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XIX.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1910

Basterà notare che ad uno stesso punto in generale arrivano due raggi luminosi diversi, in tempi diversi, come risulta dalle (28) e (29). E poichè questo succede tanto pei raggi ordinari quanto pei raggi straordinari, in un medesimo punto giungono generalmente quattro raggi curvi. Sull'asse delle z le due falde della superficie d'onda si toccano, come nei mezzi uniassici omogenei, perchè sopra questo asse $p_1 = p_2 = 0$, e le due velocità di propagazione secondo la normale coincidono.

Fisica. — *Sulla natura delle particelle ultramicroscopiche che intervengono nel fenomeno Majorana, e su un nuovo metodo di studio del campo magnetico*⁽¹⁾. Replica al prof. O. M. CORBINO di MARIO TENANI, presentata dal Corrisp. A. BATTELLI.

In una Nota recente ho esposto un metodo per esaminare un campo magnetico, che si presentava come una modificazione del metodo proposto dal prof. O. M. Corbino nelle sue ultime Note in questi Rendiconti. Il metodo così modificato si basa sopra la nota proprietà dei mezzi torbidi di diffondere la luce in direzione trasversale a quella di un raggio luminoso che li attraversi: disponiamo fra i poli di un elettromagnete una vaschetta contenente una soluzione di *ferro Bravais*; come è noto, questa soluzione contiene in sospensione delle particelle ultramicroscopiche che, orientandosi nel campo, fanno assumere al liquido una spiccata birifrangenza, le due direzioni di vibrazione privilegiate essendo quella parallela alle linee di forza e quella ad essa perpendicolare. Se normalmente alle linee stesse si fa pervenire entro il liquido un fascio di luce polarizzata rettilineamente in un piano inclinato di 45° sulla direzione del campo, la vibrazione man mano che il raggio procede si modifica per effetto della birifrangenza. Una delle due componenti secondo le due direzioni privilegiate ritarda via via sull'altra; la vibrazione diventa ellittica e non riprende la forma rettilinea se non quando la differenza di cammino assunta dalle due componenti suddette sia diventata di mezza lunghezza d'onda: allora il raggio è polarizzato rettilineamente ma in un piano perpendicolare al piano di polarizzazione del raggio incidente. Proseguendo ancora, dopo un percorso corrispondente al precedente si avrà di nuovo polarizzazione rettilinea, ma in un piano parallelo al piano di polarizzazione del raggio incidente. Vi sono dunque tante sezioni del raggio luminoso in cui la vibrazione è rettilinea, e in tali sezioni il piano di polarizzazione è alternativamente parallelo e perpendicolare al piano primitivo.

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa, diretto dal prof. A. Battelli.

E la posizione di tali sezioni dipenderà dalla distribuzione della birifrangenza e quindi del campo magnetico.

Se, secondo la teoria elettromagnetica della luce, si cerca di esaminare il comportamento ottico dei mezzi torbidi (fra i quali è da ascriversi il *ferro Bravais*) si giunge a due diversi risultati a seconda che si considerano con W. Strutt (Lord Reyleig) le particelle in sospensione come costituite da materia isolante ⁽¹⁾, o con J. J. Thomson costituite da materiali conduttori ⁽²⁾. Ambedue fanno l'ipotesi che le particelle stesse siano piccole sfere di diametro trascurabile di fronte alla lunghezza d'onda e calcolano quali devono essere le proprietà della luce diffusa da una di tali particelle quando sia investita da un raggio di luce naturale. Ora, mentre il calcolo dimostra che nel primo caso la luce diffusa secondo i raggi contenuti in un piano perpendicolare al raggio incidente è totalmente polarizzata in un piano definito dal raggio incidente e dal raggio che si osserva, conduce invece a concludere nel secondo caso che la luce diffusa possiede analoga proprietà secondo i raggi che costituiscono le generatrici di un cono avente per vertice la sferetta stessa e formanti un angolo di 120° colla direzione del raggio incidente.

Per l'influenza reciproca delle singole particelle, secondo il Soret ⁽³⁾, dovremo trovare solo una polarizzazione parziale che presenterà un massimo secondo le suddette direzioni.

Il calcolo stesso ci dice poi che, la direzione in cui questo massimo ha luogo, gode ancora della proprietà che, se sulle particelle in sospensione cade un raggio di luce polarizzata rettilineamente, manca completamente la luce diffusa nelle due direzioni che fanno parte di quel piano o di quel cono, e al tempo stesso sono contenute nel piano perpendicolare al piano di polarizzazione della luce, condotto pel raggio incidente.

Applicando i risultati della teoria al nostro caso si capisce che per scoprire *nettamente* la posizione di quelle sezioni di cui prima si è parlato, e che interessano per la nostra misura, occorre prima stabilire con precisione le direzioni in cui la luce diffusa presenta i suoi massimi di polarizzazione e poi mettersi nelle direzioni ultimamente indicate ⁽⁴⁾. Allora le dette sezioni saranno caratterizzate da mancanza di luce diffusa: tuttociò s'intende trascurando l'effetto del dicroismo magnetico presentato dalle soluzioni stesse che produce, come si capisce subito e come fu mostrato sperimentalmente dal Majorana, una rotazione del piano di polarizzazione (*rotazioni bimagnetiche*). La teoria precedentemente citata dal Thomson fu poi, come è noto, estesa dall'Ehren-

⁽¹⁾ Phil. Mag. 47, pag. 375, 1899.

⁽²⁾ J. J. Thomson, *Recent Researches in El. and Magn.*, pag. 437.

⁽³⁾ J. I. Soret, Arch. de Genève, 20, 429, 1888.

⁽⁴⁾ In direzioni diverse da queste sarebbe difficile interpretare esattamente la figura presentata dalle figure.

haft⁽¹⁾, il quale considerò il caso che le dimensioni delle particelle non fossero trascurabili di fronte alla lunghezza d'onda. Dal suo studio è risultato che quanto meno le dimensioni delle particelle sono piccole, tanto più vicino a 90° è l'angolo che la direzione dei massimi di polarizzazione forma con i raggi incidenti.

La teoria di Thomson fu verificata dall'Ehrenhaft stesso su diverse soluzioni colloidali di metalli (Au, Ag, Pt, Cu) appena preparate: mentre si vide al tempo stesso che man mano che la soluzione invecchiava e si alterava, i risultati si andavano sempre di più avvicinando a quelli ottenuti nel caso di particelle isolanti e che provano la teoria di lord Rayleigh: fatto che il Müller⁽²⁾ ebbe ad accertare e che cercò di interpretare sia colla formazione di aggregati ultramicroscopici via via più grossi, sia con una alterazione chimica vera e propria che ne cambiasse la conducibilità elettrica almeno per correnti a così alta frequenza come quelle che costituiscono le vibrazioni luminose.

Al duplice scopo di stabilire con precisione quale fosse la direzione di migliore visibilità delle sezioni che nella nostra misura interessano, e di stabilire la natura elettrica delle particelle in sospensione nel *ferro Bravais*, io ho creduto opportuno di esaminare la luce diffusa da tale liquido. La seconda questione mi parve anch'essa molto interessante poichè non mi sembra insuperabile che il confronto dei risultati ottenuti in questa Nota sui liquidi a birefrangenza positiva con quelli che potranno ottenersi sui liquidi puramente negativi, che io non possiedo, possa essere una via per direttamente confermare l'ipotesi di Cotton e Mouton che dà ragione del punto di inversione della birefrangenza magnetica, coll'ammettere l'esistenza di due specie di corpuscoli, l'una avente per effetto della sua orientazione la birefrangenza negativa, l'altra la birefrangenza positiva.

L'apparecchio da me usato fu il fotopolarimetro di Cornu. Il liquido era contenuto in una vaschetta costruita praticando in un cubetto di ebanite due fori ad angolo retto, chiusi entrambi da due sottili lastre di vetro. Per l'una entrava la luce (solare); per l'altra si vedeva la luce diffusa. Il color nero dell'ebanite veniva egregiamente a togliere ogni traccia di diffusione estranea. La vaschetta era montata sulla piattaforma di un comune goniometro con le due faccie aperte verticali, l'una disposta esattamente ad angolo retto col tubo del collimatore attraverso il quale (essendo tolta la lente collimatrice e la fenditura) entrava la luce. Il fotopolarimetro venne semplicemente costruito sostituendo all'obbiettivo del telescopio del goniometro un oculare diecrico a prisma di Wollaston (in quarzo) di cui la linea di separazione dei due campi di osservazione era resa parallela al piano di polarizzazione;

(¹) Ehrenhaft, Sitz. Ber. Wiener Akademie 114 p. 1115, 1905.

(²) Muller, Ann. der Phys. 24, 1907, p. 1.

all'oculare, un nicol provvisto di cerchio graduato che permette di leggere i primi. Sul cerchio del goniometro si potevano poi leggere mediante i noni le inclinazioni dell'asse del fotopolarimetro col raggio incidente: mentre sulla graduazione del nicol si leggeva l'angolo α di cui bisognava girare il nicol dalla posizione di parallelismo col piano di polarizzazione della luce parzialmente polarizzata per stabilire uguale illuminazione nei due campi dell'oculare dicroico. Dalla teoria dello strumento si ricava che il per cento di luce polarizzata è proporzionale a $\cos 2\alpha$.

Siccome fu stabilito che il liquido di sospensione delle particelle è sensibilmente acqua distillata, così fra l'angolo φ' dei raggi incidente e diffuso misurato nell'aria e l'angolo φ dei raggi entro il liquido sussisterà la relazione seguente (indice di refrazione dell'acqua rispetto all'aria 1,335)

φ' . . .	80°	90°	100°	110°	120°
φ . . .	82° 39'	90°	97° 28'	104° 50'	111° 59'

La percentuale di depolarizzazione che subisce la luce pel passaggio obliquo attraverso al vetro e che dovrà aggiungersi alla percentuale misurata è da ottenersi dalla tabella:

φ' . . .	80°	90°	100°	110°	120°
$2\alpha = 0$	0,002	0,000	0,002	0,008	0,019
$2\alpha = 10^\circ$	0,002	"	0,002	0,007	9,018
$2\alpha = 20^\circ$	0,002	"	0,002	0,007	0,017
$2\alpha = 30^\circ$	0,001	"	0,001	0,006	0,014
$2\alpha = 40^\circ$	0,001	"	0,001	0,004	0,011

La misura dell'angolo 2α veniva effettuata, per evitare gli errori della messa a 0 del nicol, girando il nicol stesso da una posizione vicina a 0 nelle due direzioni fino a stabilire la uguaglianza dei due campi del fotometro e leggendo così l'angolo ($= 2\alpha$) fra le due posizioni estreme.

In mancanza di *ferro Bravais* molto vecchio, dovetti accontentarmi di fare le mie determinazioni su campioni recenti (del 1900 circa). Effettuai due determinazioni: I) sul liquido come proviene dal commercio; II) sul liquido scaldato a 100° per circa 4 ore. L'opportunità di questi saggi risultò dal fatto che per le misure che mi proponevo e che erano lo scopo mio essenziale, era necessario avere un liquido fortemente birfrangente, e come è noto tale può diventare anche il *ferro Bravais* di preparazione recente quando venga scaldano per molto tempo a 100°.

Le due soluzioni diedero i risultati espressi dalle seguenti tabelle. Avverto subito che, non ostante la sensibilità estrema del metodo adoperato, non riuscii mai a scoprire alcuna variazione sensibile dello stato di polarizzazione (misurato per $\varphi' = 90^\circ$) al variare della diluizione (1): sicchè per

(1) Cfr. a questo proposito le importanti osservazioni di E. Müller, loc. cit., per le soluzioni colloidal di Ag.

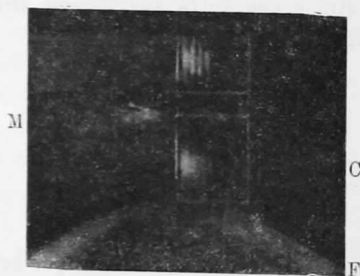
aumentare la sensibilità del metodo (che come si capisce cresce col crescere della illuminazione dei due campi del polarimetro) usai diluire alquanto i liquidi.

		I.				
φ'		80°	90°	100°	110°	120°
Luce polar.	%	0,941	0,956	0,953	0,920	0,852

		II.				
φ'		80°	90°	100°	110°	
Luce polar.	%	0,628	0,731	0,559	0,469	

Stabilito così in modo non dubbio l'esistenza di un massimo a 90° si può, rammentando che i corpuscoli sono sempre ultramicroscopici ⁽¹⁾, ammettere secondo la teoria di Lord Rayleig che *i corpuscoli contenuti in questi liquidi positivi, sono paragonabili a sferette di materia isolante*. Il forte assorbimento del liquido, che negli strati interni non lascia pervenire che rosso.

S



il rosso e una piccola parte di aranciato, mi esonerò dallo studiare il variare della polarizzazione al variare della lunghezza d'onda. Le esperienze della tabella II^a vennero però eseguite ponendo avanti l'occhio un vetro

L'esistenza del massimo di polarizzazione ad angolo retto col raggio incidente, ci dice che per ben osservare la posizione delle sezioni in cui la polarizzazione rettilinea si ristabilisce per effetto della birifrangenza, occorre guardare perpendicolarmente alla direzione dei raggi incidenti e a 45° sulle linee di forza: precisamente, come aveva fatto lo Schmauss che fu il primo a notare il fenomeno che ci occupa nel *ferro Bravais*. Con opportune riflessioni ciò può ottenersi anche nel breve spazio dei poli di un elettromagnete. È opportuno limitare la faccia della vaschetta volta verso la sorgente luminosa coprendola con carta nera in modo da lasciar scoperta una sottile fenditura orizzontale.

Se si fa l'esperienza, questa riesce perfettamente col *ferro Bravais* sottoposto al riscaldamento per 4 ore. Con illuminazione sufficiente si vede tutto

⁽¹⁾ Cotton e Mouton, *Les ultramicroscopes et les objets ultramicroscopiques* pag. 182.

l'interno della vaschetta diviso in strati corrispondenti alle sezioni in cui il raggio è polarizzato perpendicolarmente alla direzione di osservazione.

Con i poli stessi che ho usato nelle mie esperienze sul fenomeno di Zeeman ⁽¹⁾ la parte centrale del campo risulta sensibilmente uniforme: ciò risulta dall'esame della figura che riproduce (molto imperfettamente) nella sua parte superiore S l'aspetto della vaschetta vista a 45° sulle linee di forza. Nella negativa si vedono 5 strati tutti paralleli tra loro. L'immagine superiore S è ottenuta in uno specchietto fissato al polo massiccio M; l'immagine centrale C è l'immagine della vaschetta a 90° sulle linee di forza, il cono inferiore F è l'estremità polare forata. Ciò conferma le mie precedenti osservazioni, e mi permette come si vede di non rinunciare affatto ⁽²⁾, come erroneamente si è detto, alle mie esperienze sulle scintille fra elettrodi di Mg e di Cd, di cui, tengo a notare, la *lunghezza* fu di 2 mm., e non lo *spessore* che interessava la questione sollevata dal prof. Corbino e che ne è di molto minore. Colgo l'occasione per ricordare che le mie *conclusioni*, che sono analoghe a quelle dedotte da Nagaoka per l'elio, si basano sull'accertamento qualitativo dell'anomalia e non su una sua esatta misura conformemente alla mia Nota: Sulla scomposizione magnetica delle linee spettrali, e non ho mancato di presentare i risultati numerici con quelle riserve che le condizioni dell'esperienza rendevano inevitabili.

Ora può sorgere la domanda: quest'esperienza che si presenta come immediata applicazione delle osservazioni precedenti, può senz'altro servire in ogni caso, come certamente in questo, alla valutazione del campo magnetico?

Già nella mia Nota citata, occupandomi di questo metodo e del metodo proposto dal prof. Corbino, io dissi che mi accingevo a fare esperimenti in proposito e a verificare, se non fosse possibile che in un campo non uniforme i corpuscoli si andassero a radunare verso i poli e che questo fatto falsasse i risultati. A conferma di tale supposizione può citarsi il fatto osservato da Cotton e Mouton ⁽³⁾ che, se in un campo magnetico si lascia seccare una goccia di *ferro Bravais* anche vecchio, a birefrangenza negativa, si trovano i residui ammassati nei punti di maggiore intensità. Io potei osservare lo stesso fatto sul liquido positivo da me usato con la seguente esperienza. Costruii una vaschettina di ebanite a forma di U di cui chiusi le aperture con vetrini coprioggetti da microscopio esenti da tempera e fissati con balsamo di Canada. La vaschetta è fissata su una striscia di vetro che può muoversi a dolce attrito mediante l'interposizione di una goccia di

⁽¹⁾ V. l'annotazione a pag. 545 del vol. XIV (5) 1° sem. fasc. 9 di questi Rendiconti. Dalle fotografie pubblicate ultimamente dal prof. Corbino risulta che la forma dei suoi poli è molto diversa da quella da me usata e descritta. È verosimile che in questo fatto possa trovarsi la ragione della nostra divergenza.

⁽²⁾ Si vedano, oltre queste, le ragioni addotte nella Nota ultimamente citata.

⁽³⁾ Cotton e Mouton, l. c. pag. 186-187.

olio su un'altra uguale striscia fissata in modo da portare avanti e indietro rapidamente la vaschetta sul percorso dei raggi e quindi perpendicolarmente alle linee di forza, senza scuotere menomamente il liquido. Messa la vaschetta fra i poli dell'elettromagnete uno dei quali è massiccio, l'altro è forato con le solite espansioni già descritte, eccitavo il campo mentre la vaschetta era in posizione centrale. Osservavo allora che nella parte intermedia le righe di cui ci occupiamo, si disponevano al centro sensibilmente parallele alla parete anteriore della vaschetta, vicino al polo massiccio si addensavano piegandosi verso la parte stessa, vicino al polo forato si piegavano in senso inverso assumendo la forma di un \int . Se ad un tratto io tiravo rapidamente la vaschetta in posizione eccentrica rispetto ai poli e precisamente in posizione tale da trovarsi ancora vicina alla corona circolare del polo forato e lontana relativamente da quello massiccio, vedevo tosto le linee oscure presentare (contemporaneamente e in maniera più accentuata quelle più interne alla vaschetta) una specie di piegatura che si andava rapidamente spostando verso il polo forato; ciò dava l'idea come di uno strato di maggior potere birifrangente che si portasse verso questo polo. Quando la piegatura era passata le righe riprendevano la nuova posizione che poi conservavano. Potei convincermi ripetutamente che non si trattava di birifrangenza accidentale e in più modi che qui ometterò. Ciò fa dubitare seriamente che in campi non uniformi il fenomeno (o almeno quello presentato dal liquido a birifrangenza positiva) offra il modo di costruire la topografia del campo come era lecito sperare.

Come conclusione possiamo dunque dire di avere stabilito:

- 1) che i corpuscoli in sospensione nel *ferro Bravais* positivo si comportano come vuole la teoria di Lord Rayleigh e cioè come sferette isolanti;
- 2) che un grave dubbio può sorgere che si possano istituire esatte misure del campo magnetico basandosi sulla birifrangenza magnetica di quel liquido.

Fisica-Chimica. — Misura della tensione superficiale col metodo della massima pressione delle piccole bolle (¹). Nota del dott. R. MAGINI, presentata dal Corrisp. A. BATTELLI.

1. Negli studi di fisico-chimica si sente di continuo la necessità di fare misure precise e sollecite di tensioni superficiali; ma a tale necessità non risponde la maggior parte dei metodi comunemente in uso. Alcuni, che hanno il pregio di esser semplici e rapidi, non danno che valori relativi, e servono perciò bene in quei casi in cui interessa seguire le variazioni della tensione,

(¹) Lavoro eseguito nell'Istituto di fisica della R. Università di Pisa, diretto dal prof. A. Battelli.