

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCV.

1898

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VII.

2° SEMESTRE



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1898

RENDICONTI

DELLE SEDUTE

DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

pervenute all'Accademia prima del 17 luglio 1898

Fisica. — *Di un nuovo metodo sperimentale per lo studio dell'assorbimento della luce nel campo magnetico.* Nota del Corrispondente AUGUSTO RIGHI.

1). Un fascio parallelo di luce bianca (proveniente dal sole o da una lampada ad arco) attraversa secondo l'asse la nota elettrocalamita di Ruhmkorff, munita dei suoi due nicol, disposti colle loro sezioni principali ad angolo retto, cioè all'estinzione (1). Se fra i poli si colloca una fiamma con sodio (becco Bunsen con perla di cloruro di sodio), la luce rimane naturalmente estinta. Che cosa accadrà eccitando con una corrente l'elettrocalamita?

Consideriamo la luce di N vibrazioni, corrispondente ad una delle righe del sodio, cioè una luce che è assorbita dalla fiamma quando non esiste il campo magnetico. Non appena il campo esiste, il vapore di sodio non assorbe più la luce N (2), ma assorbe in sua vece una vibrazione circolare destrogira di N_1 vibrazioni ed una levogira di N_2 vibrazioni, essendo uno dei due numeri N_1 ed N_2 maggiore, e l'altro minore di N . Ciò costituisce il fenomeno di Zeeman, studiato per via di assorbimento. Ammettiamo, per fissare le idee, che N_1 sia il numero di vibrazioni della destrogira.

(1) È noto che il campo di visione attraverso due nicol incrociati non è mai interamente oscuro, allorchè si adopera una luce assai intensa; invece della completa oscurità si vede semplicemente una frangia nera sfumata ai due lati. Quando in ciò che segue si parlerà di oscurità, si dovrà sempre riferirsi a quella frangia nera.

(2) Per brevità di esposizione chiamerò spesso *luce N* la luce di N vibrazioni al secondo.

Siccome la vibrazione rettilinea N_1 si può scomporre in due circolari inverse, così mentre la componente destrogira è assorbita, rimane intatta la componente levogira. L'analizzatore non potrà estinguerla, e lascerà uscire la componente rettilinea di questa vibrazione circolare levogira, diretta secondo la sua sezione principale. Del pari uscirà dall'apparecchio una vibrazione N_2 parallela alla precedente.

Dunque, quando si crea il campo magnetico, deve apparire una luce costituita da radiazioni di N_1 ed N_2 vibrazioni, identica cioè alla luce che assorbe il corpo posto nel campo.

Siccome N_1 ed N_2 diversificano pochissimo da N , così, nel caso del sodio, la luce che appare è gialla. È quasi superfluo l'aggiungere che il ragionamento fatto sulla luce di N vibrazioni si può ripetere per ogni altra luce assorbita.

2). Questa mia previsione è stata confermata immediatamente colla esperienza all'uso istituita. Questa esperienza porge dunque un modo semplice di mettere in evidenza l'esistenza del fenomeno di Zeeman.

Il nuovo metodo ha un pregio particolare, ed è che vale a mostrare l'esistenza dell'effetto Zeeman anche impiegando campi magnetici relativamente deboli.

È chiaro infatti, che l'intensità della luce che appare, allorchè si crea il campo magnetico, è proporzionale alla intensità della luce bianca adoperata. Ora, colla luce solare o con quella dell'arco voltaico l'esperienza riesce in modo evidentissimo anche *quando il campo magnetico, prodotto dalla corrente di una sola coppia a bicromato, ha l'intensità di circa 300 unità soltanto* (1).

Mettendo nella fiamma un sale di litio o di tallio, anzichè un sale di sodio, l'esperienza riesce del pari. La luce che appare per l'azione del campo magnetico è rossa nel primo caso e verde nel secondo.

È importante il notare come non sia possibile confondere la nuova esperienza con quelle relative alla rotazione magnetica del piano di polarizzazione. Infatti, girando in un senso qualunque l'analizzatore, la luce gialla non si estingue; al contrario diviene bianca, e cresce rapidamente d'intensità, proseguendo la rotazione.

3). Un altro pregio caratteristico del metodo descritto è il seguente:

Per osservare l'effetto Zeeman nel modo ordinario occorre, che il corpo posto fra i poli dia, sia poi per emissione o per assorbimento, uno spettro a righe sottili e ben definite, giachè soltanto in tal caso si può constatare

(1) Adoperando un campo molto intenso la luce gialla che appare è vivissima e può essere proiettata sopra un diaframma. (Aggiunta. Il prof. Warburg, al quale avevo fatto conoscere la mia esperienza, mi scrive ora da Berlino, di averla ripetuta in tal modo nel suo corso mediante una corrente di 40 Ampère).

lo sdoppiamento di ogni riga, che ha luogo quando, come nell'esperienza di cui qui si tratta, la luce cammina parallelamente alle linee di forza. Invece, nel caso della mia esperienza quella condizione può non essere soddisfatta.

Infatti, il ragionamento fatto più sopra relativamente ad una luce di N vibrazioni, può ripetersi per ogni altra luce assorbita, anche se queste luci hanno lunghezze d'onda che si segnano con continuità. Per ogni luce di N vibrazioni assorbita quando il corpo non è nel campo magnetico, escono dall'analizzatore due luci di N_1 ed N_2 vibrazioni, allorchè il campo esiste; e siccome N_1 ed N_2 diversificano pochissimo da N , così si può dire che la luce che appare creando il campo è identica alla luce assorbita, comunque questa sia distribuita nello spettro.

4). Col metodo descritto ho constatato che anche coll'ipozotide si ottiene il fenomeno di Zeeman. Ecco come ho improvvisato l'esperienza, che in seguito potrà poi perfezionarsi.

A un tubo di vetro AB (fig. 1) lungo 32 mm. e di 15 mm. di diametro, sono saldati i cannelli C e D , il secondo dei quali sbocca in una provetta E

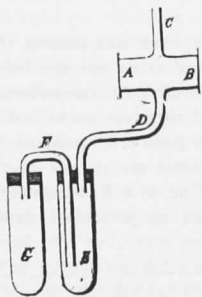


FIG. 1.

contenente anidride fosforica. Un cannello F fa comunicare questa provetta con un'altra G , in fondo alla quale trovasi un poco di nitrato di piombo. Scaldando questo sale si svolge l'ipozotide, che, disseccandosi in E riempie ben tosto il tubo AB . Questo è chiuso alle basi con due dischi di vetro sottilissimi (copri-oggetti da microscopio) fissati con gutta-percha, i quali non danno luogo a sensibile rotazione magnetica delle vibrazioni. Naturalmente il tubo AB è posto fra i poli, in modo che la luce lo attraversi secondo l'asse.

Nella mia esperienza la corrente magnetizzante era di 11 Ampère ed il campo magnetico di circa 2000 unità. Quando si chiude il circuito appare

una luce verde-azzurra, cioè di tinta complementare della luce giallo-rossa, che presenta l'ipoazotide per trasparenza.

5). Se si riceve la luce che esce dall'apparecchio in uno spettroscopio a visione diretta, si può osservare lo spettro di quella luce verde-azzurra, e così si constata che questo spettro è complementare di quello che si ha dall'ipoazotide per assorbimento. Infatti, per quanto è stato detto più sopra, la luce verde-azzurra è costituita da raggi identici a quelli che vengono assorbiti; e siccome N_1 ed N_2 differiscono pochissimo da N , lo spettro osservato è complementare di quello ordinario di assorbimento dell'ipoazotide, cioè le regioni chiare od oscure dell'uno occupano il posto delle regioni rispettivamente oscure o chiare dell'altro.

Il confronto fra i due spettri si fa facilmente operando come segue. Una volta che, col chiudersi della corrente magnetizzante, è apparso nel campo dello spettroscopio il nuovo spettro, si gira poco a poco in un senso qualunque l'analizzatore. Così facendo si lascia pervenire allo spettroscopio la luce giallo-rossa che ha attraversato l'ipoazotide, e che prima era estinta dall'analizzatore. Si vede allora lo spettro diventare dapprima continuo, e senza oscuramenti, poi si veggono sorgere le strisce d'assorbimento nelle regioni che prima erano luminose.

Si può dire che questa esperienza produce il curioso risultato di mostrare lo spettro di emissione di un gas non luminoso ammessa anche per l'ipoazotide la legge dell'identità fra emissione ed assorbimento. Del resto questo risultato singolare si raggiunge anche coll'esperienza seguente.

6). Si può ottenere lo spettro di emissione del vapore di sodio non luminoso, eseguendo l'esperienza che sto per descrivere.

Il nicol polarizzatore P (fig. 2) e l'analizzatore A , pur restando sull'asse dell'apparecchio, sono fissati un po' lontani, onde far posto ad una lunga

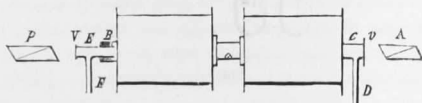


FIG. 2.

canna di vetro BC , introdotta nel vano praticato lungo l'asse dell'apparecchio. Presso l'estremità C della canna, che è chiusa con un vetro piano V , è saldato un tubo laterale affilato D liberamente aperto nell'atmosfera, mentre per l'altra apertura B della canna stessa penetra un tappo attraversato dal breve tubo E . Anche questo è chiuso in V da un vetro piano, e porta un ramo laterale F comunicante con un apparato nel quale si svolge idrogeno. Inoltre, nella porzione di tubo, che resta visibile fra i due rocchetti dell'elettro-

calamita, e che è avvolta con tela d'ottone, fu introdotto un pezzetto di sodio metallico.

Dopo aver riempito la canna con idrogeno secco, si scalda il sodio, riducendolo in vapore. Se allora si eccita l'elettrocalamita, mentre si guarda attraverso l'analizzatore, si vede apparire la solita luce gialla; e se fra questo e l'occhio s'interpone lo spettroscopio, si vede la riga gialla del sodio.

Nell'esperienza eseguita con questa disposizione la parte libera della canna, che restava visibile fra i poli, era lunga 45 mm. e la corrente magnetizzante era di 9 Ampère. La riga gialla era assai larga, e in mezzo ad essa si vedeva una sottile riga nera, dovuta probabilmente al vapore di sodio che, in seguito alla corrente d'idrogeno che un momento prima era cessata, era stato trascinato entro il rochetto verso A.

Se si gira gradatamente l'analizzatore, appare dapprima uno spettro continuo, poi si forma una larga riga nera di assorbimento, nel posto prima occupato dalla riga gialla. Questo risultato è analogo a quello osservato nell'esperienza fatta coll'ipozotide.

7). La seguente esperienza conferma le spiegazioni date.

Si dispongano le cose come nella prima esperienza, ma avvertendo che la fiamma a sodio posta fra i poli sia poco calda e povera di sodio. Serve bene la disposizione indicata dal sig. Cotton (1) o quella ideata dal sig. Koenig (2). L'ultima delle quali consiste nel porre una rete metallica orizzontale attraverso alla fiamma di un becco Bunsen, e la perla di cloruro di sodio al di sotto. Se si adopera la luce solare, l'esperienza non riesce bene, mentre si ottiene il solito effetto sostituendo la luce della lampada ad arco a quella del sole. Ma in questo caso il fenomeno cessa di prodursi, se fra la lampada e l'apparecchio si pone un'altra fiamma di sodio assai ricca in vapori di questo metallo. Mi sembra che nei casi in cui l'esperienza non riesce bene, ciò si debba alla circostanza che nella luce che attraversa l'apparecchio manca quella, che la fiamma posta fra i poli è capace di assorbire.

8). Se il raggio luminoso di luce bianca, invece di essere parallelo alle linee di forza, è a queste perpendicolare, i fenomeni descritti più non si producono. Però se ne osserva una traccia se il campo magnetico non è uniforme, o la fiamma non è ben collocata. In questi casi vi sono regioni ove la supposta ortogonalità non si verifica.

Ma, per questo caso della luce perpendicolare alle linee di forza, si può prevedere la produzione di fenomeni simili a quelli descritti più sopra, a patto che la luce bianca non sia polarizzata in linea retta, ma sia per esempio polarizzata circolarmente. Anche l'analizzatore, che deve estinguere la luce quando il campo magnetico non esiste, dovrà essere un analizzatore circolare.

(1) C. R. 29 nov. 1897, p. 865.

(2) Wied., Ann., C. 63, p. 268.

Ed invero, il gas posto fra i poli (p. es. vapore di sodio) assorbe quelle radiazioni che è capace di emettere. Ora, se esso emette, quando non esiste il campo magnetico, una radiazione di N vibrazioni, emette invece, allorché si eccita l'elettrocalamita ed in virtù del fenomeno di Zeeman, tre radiazioni, di N , N_1 ed N_2 vibrazioni al secondo, essendo N compreso fra N_1 ed N_2 , ed essendo la vibrazione N parallela alle linee di forza, e le vibrazioni N_1 ed N_2 perpendicolari a queste linee (1).

Dunque il medesimo corpo assorbirà, quando è nel campo magnetico ed è attraversato da un fascio di luce bianca perpendicolare alle linee di forza, una radiazione di N vibrazioni parallela, e due di N_1 ed N_2 vibrazioni perpendicolari, alle dette linee.

Nell'ipotesi in cui la luce bianca sia polarizzata circolarmente, di ciascuna delle tre luci N , N_1 , N_2 , rimarrà non assorbita una delle componenti rettilinee, e precisamente una vibrazione N perpendicolare alle linee di forza, e due vibrazioni N_1 , N_2 , parallele a queste linee. L'analizzatore circolare non può estinguere queste tre vibrazioni rettilinee, e perciò deve apparire luce gialla (nel caso del sodio) quando si crea il campo magnetico. Anche qui la luce, che appare, è identica a quella che il corpo assorbe, e dà uno spettro, che è sensibilmente quello di emissione del corpo stesso.

Non sono riuscito ancora ad avere sperimentalmente una sicura conferma di questa previsione, la quale, come si vede, è subordinata alla validità di certe ipotesi. In vero la realizzazione di questa esperienza non è così facile, come quella dell'esperienza relativa al caso della luce parallela alle linee di forza. S'incontrano in pratica grandi difficoltà nell'ottenere, per mezzo d'un analizzatore circolare, l'estinzione di un raggio polarizzato circolarmente, anzi non vi si riesce in modo abbastanza completo, e ciò per vari motivi che non starò a spiegare, tanto se si fa uso di lamine quarto di onda, quanto se s'impiegano i parallelepipedi a riflessione totale.

Matematica. — *Le forme lineari alle differenze equivalenti alle loro aggiunte* (2). Nota 2ª del dott. ETTORE BORTOLOTTI, presentata dal Socio V. CERRUTI.

In questa Nota, dopo di aver esteso alle forme con coefficienti qualunque la identità, analoga a quella di Lagrange, trovata per quelle forme lineari alle differenze in cui sono eguali fra di loro i coefficienti del primo e dell'ultimo termine, dimostrerò che non è possibile porre una tale identità a

(1) Secondo il sig. Cornu (Eclairage électrique, 29 janvier 1898) anche la vibrazione parallela alle linee di forza si sdoppia. Per semplicità ho trascurato questo sdoppiamento; ma è evidente che anche tenendone conto non muterebbe il risultato finale al quale conduce il ragionamento esposto in questo paragrafo.

(2) V. questi Rendiconti, 1º sem. 1898, pag. 257.