

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.

Seduta del 18 dicembre 1898.

A. MESSEDAGLIA Vicepresidente.

MEMORIE E NOTE

DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

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

Nella produzione del fenomeno scoperto dal sig. Zeeman la luce adoperata è quella emessa dal corpo, per esempio vapore di sodio, collocato nel campo magnetico, luce che non è sensibilmente polarizzata. Avendo avuto l'idea di studiare quali fenomeni si sarebbero ottenuti mediante la luce polarizzata, con che mi sembrava d'entrare in un nuovo campo di ricerche assai promettente, dovetti naturalmente prendere in esame, non già l'ordinario fenomeno Zeeman, che chiamerò fenomeno *diretto*, ma il fenomeno *inverso*, quello cioè che si produce quando un raggio di luce proveniente da una sorgente qualunque attraversa il corpo, per esempio vapore di sodio, posto nel campo magnetico. In questo caso, infatti, era facile polarizzare con un nicol la luce adoperata.

Riflettendo sui fenomeni che si sarebbero prodotti, e tenuto conto della legge di Kirchhoff estesa anche alla forma della vibrazione (estensione che risultava dall'osservazione già fatta dallo stesso Zeeman del fenomeno inverso), trovai, che, estinta con un secondo nicol la luce che ha attraversato il sodio, mentre non esiste campo magnetico, doveva apparire, al crearsi di questo, una luce gialla di lunghezze d'onda pochissimo differenti da quelle assorbite dal sodio. In una precedente Nota (1) ho esposti quei miei ragionamenti.

(1) Rend. della R. Acc. dei Lincei, ser. 5^a, v. VII, pag. 41.

come pure le esperienze le quali, nei limiti da esse consentiti, confermavano pienamente le mie previsioni.

Quelle esperienze sono state di poi ripetute e confermate da molti fisici. Di più, alcuni di essi, adoperando mezzi più adeguati, hanno anche potuto osservare certi fatti assai interessanti, dei quali naturalmente non avevo potuto dapprima tener conto. Così, avendo i sigg. Macaluso e Corbino ⁽¹⁾ sostituito il reticolo di Rowland allo spettroscopio a visione diretta, solo apparecchio spettrale che io avessi a mia disposizione, questi fisici hanno trovato, che al fenomeno Zeeman si sovrappone una rotazione delle vibrazioni, quale secondo H. Becquerel ⁽²⁾ e Voigt ⁽³⁾ era da aspettarsi, per le lunghezze d'onda assai vicine a quelle assorbite, rotazione che è intimamente legata alla dispersione anomala, che pure esiste per quelle speciali lunghezze d'onda, messa recentemente in evidenza con ingegnosissime esperienze dal sig. Becquerel ⁽⁴⁾.

In causa dell'esistenza del fenomeno rotatorio non si può più dire, che le esperienze descritte nella citata Nota mettono in evidenza l'esistenza del fenomeno Zeeman, quando lo si consideri a sè, indipendentemente dalla rotazione delle vibrazioni, che ora sappiamo lo accompagna. Si può dire invece, che quelle mie esperienze offrono un mezzo semplice di dimostrare l'esistenza del fenomeno complesso Zeeman-Faraday, senza che si possa assegnare in modo generale qual parte della luce, che appare creando il campo magnetico, spetti al cambiamento di lunghezze d'onda, e quale alla rotazione delle vibrazioni.

I sigg. Corbino e Macaluso pensano che quest'ultima parte sia la maggiore, mentre io inclino per l'opposto parere, basandomi sulla circostanza, che per osservare distintamente il fenomeno di rotazione delle vibrazioni occorre una fiamma, la quale, per essere molto ricca in vapore metallico, dia larghe righe d'assorbimento, mentre questa condizione non è necessaria affinché l'apparizione di luce indicatrice del fenomeno Zeeman abbia luogo ⁽⁵⁾. Oltre a ciò si vedrà più oltre, che aumentando lo spessore del corpo assorbente, la luce che appare creando il campo magnetico si affievolisce sino anche a sparire affatto.

In questa seconda Nota riferisco alcune nuove considerazioni generali sul fenomeno in questione, ed alcune osservazioni, fatte colle stesse disposizioni sperimentali descritte nella Nota precedente, non solo sopra l'ipozotite, che già studiai allora, ma anche su altri aeriformi.

Influenza della larghezza delle righe di assorbimento. — Nel ragionamento esposto nella mia prima Nota ho considerato un corpo, che produca una o più righe di assorbimento senza larghezza sensibile, ed ho tacitamente supposto che per tutte si verifichi lo sdoppiamento dovuto al campo magne-

⁽¹⁾ Rend. della R. Acc. dei Lincei, ser. 5^a, v. VII, pag. 293.

⁽²⁾ Comp. rend., 31 ottobre 1898.

⁽³⁾ Gott. Nachr. 1898, Heft 4.

⁽⁴⁾ Comp. rend. 5 dicembre 1898.

⁽⁵⁾ L'esperienza riesce anche con una fiamma poverissima in sodio, prodotta nella maniera insegnata dal sig. Koenig.

tico. Sotto queste condizioni la luce che appare al chiudersi del circuito deve essere di colore sensibilmente complementare di quella trasmessa, e perciò sensibilmente eguale a quella emessa: gialla, dunque, col sodio, rossa col litio, verde-azzurra coll' ipoazotide ecc.

Ma se si tien conto della larghezza finita delle righe di assorbimento, si riconosce facilmente che la detta luce può assumere colorazioni assai differenti.

Infatti, per ogni data lunghezza d'onda, considerata in una larga riga di assorbimento, giungono all'analizzatore, quando il campo magnetico è eccitato, due raggi circolari inversi, le cui lunghezze d'onda sono per l'uno un po' minore e per l'altro un po' maggiore della lunghezza d'onda primitiva. Perciò, in posto della primitiva riga di assorbimento se ne hanno, nella luce che arriva all'analizzatore, due a vibrazioni circolari inverse, le quali, stante la larghezza della riga di assorbimento da cui provengono, possono essere in gran parte sovrapposte. Nella regione comune resta dunque, all'uscita dall'analizzatore, l'oscurità, cosicchè la luce che appare corrisponde solo alle porzioni esterne delle due righe, ove non si ha reciproca sovrapposizione.

Questa considerazione intanto rende conto di un fatto constatato, e cioè che l'intensità della luce, che appare eccitando il campo magnetico, cresce sino ad un certo limite al crescere dell'intensità di questo. Ma inoltre fa vedere che, quando le righe di assorbimento siano assai larghe, la detta luce potrà assumere nel suo complesso una colorazione diversa da quella complementare della luce trasmessa.

A questa diversità potrà anche contribuire l'essere eventualmente di differenti grandezze per le varie righe di un medesimo corpo lo sdoppiamento prodotto dal campo magnetico.

Le esperienze seguenti, fatte sull' ipoazotide, mi sembrano d'accordo con questa conclusione.

Esperienze coll' ipoazotide. — Nell'esperienza con questo gas descritta nella prima Nota si produsse, eccitando il campo magnetico, una luce verde-azzurra. Ho di poi riconosciuto, che luce di tal colore si produce soltanto quando lo spessore dello strato di gas sia abbastanza piccolo, o il gas abbia piccola densità, mentre si ha luce di altro colore se lo strato è assai grosso, ed il gas è puro e non diluito con aria.

Ciò risulta da esperienze fatte con tubi più o meno lunghi contenenti ipoazotide, e posti nell'asse di rocchetti percorsi da una corrente e la cui lunghezza variò da pochi centimetri sino a più di due metri. Ecco, per esempio, quanto ho osservato con un tubo lungo 40 c., mentre il campo magnetico nell'asse del rocchetto era di circa 600 unità.

Quando il tubo è completamente pieno di gas, non si osserva nessun fenomeno al chiudersi del circuito. Scacciando con aria secca parte del gas, il fenomeno si produce; ma la luce che appare eccitando il rocchetto è giallo-

rossa, simile a quella che il gas trasmette. Diluendo di più in più il gas, la luce diviene biancastra, e poi verde-azzurra. Il sostituire al tubo lungo 40 c. tubi di più in più corti sino ad 1 o 2 centimetri, dà luogo agli stessi successivi cambiamenti.

Esaminando collo spettroscopio a visione diretta quella luce, si riconosce, che mentre quando il gas è assai diluito o in istrati di piccolo spessore, lo spettro è press'a poco complementare di quello dato dalla luce trasmessa (almeno nella parte più luminosa dello spettro), quando invece lo spessore o la densità del gas aumentano, quello spettro risulta visibilmente modificato, e di più in più limitato dalla parte più rifrangibile. Dietro osservazioni fatte in condizioni migliori delle primitive mi è anzi sembrato, che questa resti sempre alquanto oscura, e che perciò se la luce verde-azzurra è fisiologicamente complementare della giallo-rossa trasmessa, essa però non contenga tutte le lunghezze d'onda mancanti in quest'ultima.

Risulta in particolare da queste osservazioni che uno strato troppo grosso o troppo denso di gas, che verosimilmente produce più larghe righe d'assorbimento, è sfavorevole alla riescita dell'esperienza.

Bromo e iodio. — Questo risultato avuto coll' ipoazotide mi decise a riprendere in esame i vapori di bromo e di iodio, coi quali anteriormente non avevo osservato nessun effetto. Era probabile infatti che nei primi tentativi fatti con questi vapori lo spessore adoperato fosse troppo grande.

Avendo ripetuto l'esperienza con strati sottili, essa è riescita completamente ⁽¹⁾.

Pel bromo occorre uno spessore che non superi molto un centimetro, ma che può essere alquanto minore. Il vapore, quale il bromo lo produce alla temperatura ordinaria, è contenuto in un tubetto chiuso alle basi da vetri piani sottilissimi, che non producano doppia rifrazione accidentale e diano luogo ad una rotazione piccolissima. La luce che apparisce eccitando il campo è verde-azzurra. Esaminata collo spettroscopio essa dà uno spettro che si estende all'incirca dalla regione della riga D sino al di là della *b*. Da questa parte è limitato più bruscamente che dalla parte meno rifrangibile. Come coll' ipoazotide, se si aumenta lo spessore dello strato di vapore, quella luce diviene rossastra e meno intensa, poi finisce col non prodursi più.

Il iodio offre certe difficoltà pratiche. Siccome per svolgere il vapore occorre il riscaldamento, così accade che i vetri che chiudono il tubetto divengono facilmente birefrangenti (per ineguaglianza di riscaldamento, deformazioni etc.), d'onde della difficoltà di avere l'oscurità prima di eccitare il campo. Ho quindi dovuto sopprimerli, ed impedire l'uscita del vapore dal tubo con una lenta e ben regolata aspirazione dall'interno.

⁽¹⁾ Adoperando strati non tanto sottili converrebbe d'altronde allontanare i poli dell'elettrocalamita, ciò che renderebbe meno intenso il campo magnetico.

Quando lo spessore del vapore di iodio attraversato dalla luce è di pochi millimetri, al crearsi del campo magnetico apparisce una bella luce azzurra. Esaminata collo spettroscopio essa dà uno spettro che si estende dalla regione della riga E sino quasi alla F (1).

Come si vede anche nel caso dei vapori di bromo e di iodio, l'azione del campo magnetico si manifesta solo in una porzione limitata dello spettro.

Esperienze con altri vapori. — Non ho ottenuto finora nessun effetto col cloruro di nitrosile (NO Cl) e col cloruro di cromile (Cr O₂ Cl₂). Invece ho osservato l'apparizione di luce per opera del campo magnetico, ponendo fra i poli i vapori di monobromuro di iodio (JBr), di monocloruro di iodio (JCl), o di tetrabromuro di selenio (Se Br₄). Col primo di questi corpi la luce prodotta dall'azione magnetica è azzurra, come quella che dà il iodio; col secondo è di un azzurro meno saturo, cioè più biancastro; col terzo infine è verde-azzurra, un pò meno verde però di quella che danno il bromo e l'ipozotide (2).

S'intende che con ognuno di questi corpi, come pure col bromo, col iodio, la luce apparsa non si estingue girando l'analizzatore in un senso qualunque, ma è invece sostituita dalla luce trasmessa, ciò che permette di non confondere il nuovo fenomeno con quello di Faraday. È dunque lecito il supporre che con tutti questi corpi si potrà osservare lo sdoppiamento delle righe d'assorbimento, al che si richiederà però probabilmente un campo magnetico intensissimo.

Luce diretta trasversalmente alle linee di forza. — Nella prima Nota dimostrai che fenomeni simili a quelli, che si producono colla luce propagantesi parallelamente alle linee di forza, dovevano prodursi con luce trasversale, purchè questa venisse polarizzata ed analizzata circolarmente; ma la difficoltà di realizzare una estinzione abbastanza perfetta m'impedì ogni verifica sperimentale.

Recentemente il signor Cotton (3) ha fatto una simile esperienza con luce trasversale polarizzata a 45° dalle linee di forza (4). È evidente, in

(1) Una esperienza di breve durata può farsi nello stesso modo che pel bromo o per l'ipozotide, coll'avvertenza di riscaldare un po' il tubetto, dopo avervi introdotto un cristallo di iodio, tanto da svolgervi una piccola quantità di vapore.

(2) Potrebbe darsi che l'effetto osservato con questi vapori provenisse in tutto o in parte da una loro parziale dissociazione.

(3) Comp. rend. 5 dicembre 1898.

(4) È giusto di far rilevare che una simile esperienza era stata già prevista dal signor Corbino sino dallo scorso settembre. Infatti conversando meco delle mie esperienze, e della riproduzione fattane insieme al prof. Macaluso, in seguito alla quale questi due fisici furono condotti ad osservare gl'interessanti fenomeni di cui ho parlato più sopra, ebbe occasione di farmi notare, come appunto con luce trasversale polarizzata a 45° dovessero osservarsi fenomeni simili a quelli da me descritti. Questo caso speciale non era stato da me preso in considerazione.

base ai ragionamenti svolti nella mia prima Nota, che anche in queste condizioni deve osservarsi l'apparizione di luce al crearsi del campo magnetico. Anzi il signor Cotton attribuisce una speciale importanza a questa disposizione, perchè con essa la rotazione delle vibrazioni non interviene a complicare il puro fenomeno Zeeman.

Però anche con questa disposizione al fenomeno Zeeman se ne sovrappone un altro, con esso strettamente connesso, quello cioè di una doppia rifrazione. Infatti il sig. Voigt (1) ha dimostrato recentemente, che dalla sua teoria si deduce l'esistenza di questa doppia rifrazione, e l'ha anche constatata, insieme al prof. Wiechert, con apposite esperienze.

I fenomeni che si ottengono colla luce trasversale alle linee di forza non differiscono che per l'intensità, finchè si osservano direttamente col l'occhio o per mezzo d'uno spettroscopio a piccola dispersione, da quelli relativi alla luce propagantesi secondo l'asse dell'elettrocalamita. Il colore della luce, che il campo fa apparire, è lo stesso nei due casi, e lo spessore o la densità del gas esercita nei due casi la stessa influenza.

Aggiunta. — Una esperienza, fatta con due fiamme di sodio e descritta nella prima Nota, servì a dimostrare come l'azione del corpo posto nel campo magnetico, si manifesti veramente su quelle lunghezze d'onda, che sono vicinissime a quelle della luce assorbita nelle condizioni ordinarie. La stessa esperienza si può eseguire più comodamente coll'ipozotide, operando come segue.

Oltre al tubetto contenente quel gas e posto fra i poli, se ne colloca un altro sul cammino della luce fra la sorgente luminosa e l'elettrocalamita. Se questo secondo tubo è assai più lungo di quello posto fra i poli, il fenomeno più non si produce. Ciò accade se, per esempio, il tubo posto nel campo magnetico è lungo 2,7 c. e l'altro invece 40 c., oppure se il primo è lungo 1,2 c. e l'altro 15,2 c.

Se mentre fra i poli trovasi il tubo di 2,7 c. si mette davanti alla sorgente un tubo di lunghezza assai minore di 40 c., per esempio lungo 15,2 c., si ottiene ancora una traccia del solito fenomeno, e cioè l'apparizione di una debole luce giallo-rossa, allorchè si chiude la corrente magnetizzante.

La spiegazione di questi fenomeni è ovvia.

(1) L. c.