

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXXI
1924

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

Fisica. — *Sul fenomeno di Tyndall* ⁽¹⁾. Nota del dott. ANTONIO CARRELLI, presentata dal Socio M. CANTONE.

È ben noto che illuminando un mezzo torbido mediante un fascio di luce si nota lateralmente una diffusione dovuta a fenomeni di diffrazione. Quest'effetto fu scoperto da Tyndall e Lord Rayleigh poco dopo si occupò diffusamente della questione, e ne dette una teoria, enunciando tra l'altro la ben nota legge: che cioè l'intensità del fascio diffratto ha una distribuzione spettrale inversamente proporzionale alla quarta potenza della lunghezza d'onda. Il problema ha avuto in seguito un grandissimo sviluppo sia dal lato teorico che sperimentale ed è stato trattato da un gran numero di teorici e di sperimentatori, che si sono proposti svariati scopi. In questa Nota io mi limito a mettere in evidenza un particolare importante, che quasi sempre sembra trascurato dai vari fisici che si sono occupati del problema.

Il Tyndall notò che illuminando il mezzo torbido mediante luce naturale ed osservando in direzione normale al fascio, la luce diffusa è tutta polarizzata perpendicolarmente alla direzione del fascio primario, finchè la grandezza e la concentrazione dei granuli non assume valori elevati, poichè in tal caso la luce emessa lateralmente non si estingue completamente mediante un nicol disposto come precedentemente.

Rimane infatti in tal caso una luce residua più ricca di radiazioni di piccola lunghezza d'onda ed il Tyndall indicò tale luce con la denominazione di « residual bleu ». Lord Rayleigh ⁽²⁾ che trattò il problema applicando l'equazioni di Maxwell nella loro forma classica, giunse alla conclusione che illuminando la soluzione con luce polarizzata si doveva osservare lateralmente nella direzione del vettore elettrico eccitatore una luce diffusa proveniente da una luce già diffusa e quindi più ricca di radiazioni di piccola lunghezza di onda, e completamente polarizzata con vettore elettrico parallelo alla direzione di propagazione del fascio primario. Egli però nelle esperienze compiute usò luce naturale, contentandosi di osservare la luce diffusa con un nicol.

Gli autori moderni ⁽³⁾ procedono da diverse considerazioni e si propongono specialmente di ricavare i parametri delle particelle dell'andamento del

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto fisico della R. Università di Napoli.

⁽²⁾ Lord Rayleigh, Phil. Mag., XII, pag. 81.

⁽³⁾ Per la bibliografia completa rimando al lavoro di M. A. Schirmann, *Jahr. der Radioak. und Elektr.*, 80, 1, n. 69, 1921.

fenomeno di diffusione ed usano nelle considerazioni teoriche sviluppi analitici alquanto complicati.

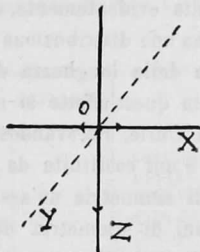
Ho voluto considerare invece la quistione da un punto di vista generale, *macroscopico*, e precisamente analizzare il fenomeno Tyndall in soluzioni colloidali con l'illuminazione di luce *polarizzata* ed osservando la soluzione nei vari azimut. Ho usato come mezzo diffondente una soluzione di solfo colloidale ottenuta aggiungendo poche gocce di acido solforico ad una soluzione di iposolfito di sodio, soluzione già adoperata da Tyndall e da Lord Rayleigh. Con questa soluzione si ha il vantaggio di avere granuli di grandezza variabile con il tempo, e con l'aggiunta di ammoniaca si può arrestare a piacere il processo di precipitazione del solfo. Il fascio luminoso di una lampada ad arco passava attraverso un nicol mobile su cerchio graduato orizzontale e cadeva sulla superficie libera della soluzione. La posizione del piano di polarizzazione poteva mutare a piacere in modo che guardando in direzione normale al fascio si poteva osservare l'emissione per diffusione perpendicolarmente o parallelamente al vettore elettrico del fascio incidente. La soluzione era contenuta in un recipiente cilindrico in modo d'avere incidenza normale sulle pareti di vetro per la luce diffusa, e ciò per tutti gli azimut; si era così sicuri che il passaggio attraverso le pareti non attirava lo stato di polarizzazione di tale luce. Il recipiente era di notevole lunghezza e così la luce incidente giungeva al fondo tanto indebolita da evitare il disturbo dipendente dal fascio riflesso.

Ecco quanto può stabilirsi dall'analisi condotta con il suddetto metodo: nei primi stadi del processo di precipitazione, granuli poco numerosi e piccoli, la luce diffusa in direzione normale al vettore elettrico è debole, e di colore bluastrò, nella direzione parallela al vettore elettrico non si nota emissione apprezzabile. Man mano che aumentano le dimensioni ed il numero dei granuli nella prima direzione si osserva emissione gradatamente più intensa, anche più ricca di radiazioni di piccola lunghezza d'onda e tale luce, com'è ben noto, è completamente polarizzata.

Ma l'osservazione lungo la direzione parallela a tale vettore ha mostrato che anche in quest'azimut si riscontra una notevole emissione, quantunque meno intensa dell'altra, e formata di radiazioni con una diversa distribuzione spettrale, essendo nettamente più ricca di radiazioni violette. Ho potuto assicurarmi che essa è sempre *completamente polarizzata e con vettore elettrico parallelo alla direzione di propagazione del fascio eccitatore*. Può dirsi quindi che nei due azimut principali si presenta un'emissione di luce in misura differente con una polarizzazione completa, essendo però i due vettori elettrici ruotati di 90° . Aumentando ancora la concentrazione in guisa che la soluzione diventa d'aspetto lattiginoso la polarizzazione nei due azimut non è completa. Ho potuto riscontrare lo stesso andamento con piccole variazioni riguardo le intensità, specie per le soluzioni colorate,

per numerose altre sostanze disciolte in acqua come gomma-gutta, gommalacca, gomma-damar, colofonio, gelatina, solfuro di nickel, e può dirsi che l'emissione polarizzata in direzione parallela al vettore elettrico è un fenomeno d'importanza molto maggiore delle tracce di depolarizzazione, che nello studio del fenomeno condotto con luce polarizzata dipendono dall'anisotropia dei granuli dispersi.

Per un'interpretazione teorica del fenomeno osservato si deve tener presente che quando la grandezza e la concentrazione dei granuli è notevole la luce diffusa dà origine ad un fenomeno secondario che può, in tal caso, facilmente osservarsi. Ora il fenomeno dello sparpagliamento dipende dalla circostanza che il mezzo attraversato dalle onde non è omogeneo, e quindi dà origine ad un sistema di onde diffratte che si propagano con determinata polarizzazione e secondo determinata legge nelle varie direzioni.



Sia Z la direzione di propagazione dell'energia e X la direzione del vettore elettrico del fascio (v. fig.); lungo Y la luce diffusa è polarizzata con vettore elettrico parallelo a X e solo lungo X non si avrà alcuna emissione per questo primo effetto.

Ma la considerazione di questa emissione (effetto Tyndall primario) non esaurisce completamente l'argomento in esame, poichè se le variazioni dei parametri ottici nei vari punti del sistema sono grandi, l'intensità luminosa di questa luce diffusa è tanto notevole da dare origine ad un'ulteriore diffusione.

Deve aversi quindi un effetto secondario in dipendenza appunto di questa emissione, e cioè un'ulteriore diffusione della luce già diffusa. Quest'effetto si potrà riscontrare solo nella direzione che non presenta emissione per effetto primario, cioè deve presentarsi una diffusione lungo l'asse X. Ciò dipende come già si è detto dal fatto che il mezzo è attraversato da onde diffratte in tutte le direzioni, eccetto nella direzione Z dove si ha solo la propagazione del fascio eccitatore.

Quale sarà la direzione del vettore elettrico nella luce diffusa lungo X? Poichè lungo Y il vettore elettrico è parallelo a quello del fascio eccitatore

e cioè perpendicolare alla direzione di propagazione del fascio e alla direzione X per la quale non si ha emissione, ragionando analogamente può dirsi che il vettore elettrico dell'energia che si propaga lungo X deve essere diretto nelle direzioni normali alle direzioni di propagazione delle onde diffratte che originano questa ulteriore diffusione e ancora nelle direzioni per le quali non si ha emissione per effetto primario. Ma in un piano perpendicolare all'asse X di direzioni che soddisfano contemporaneamente a queste due condizioni ce n'è una sola, precisamente quella parallela all'asse Z, la quale è normale alla direzione Y, dove si riscontra il massimo della emissione primaria ed è l'unica direzione tra quelle del piano considerato lungo la quale non si ha luce diffusa poichè è la direzione di propagazione del fascio primario. Dunque la luce emessa lungo l'asse X è completamente polarizzata lungo l'asse Z conformemente ai risultati sperimentali. Se inoltre si ammette la validità della legge di Lord Rayleigh circa la distribuzione spettrale delle intensità, risulta evidentemente, come il Rayleigh già stabilì, che la luce « bleu residuo » ha una distribuzione delle intensità proporzionale all'inversa dell'ottava potenza della lunghezza d'onda.

È da notare infine che in quest'effetto si riscontra un'applicazione del principio delle simmetrie di Curie, ritrovandosi le simmetrie delle cause negli effetti. Infatti la causa è qui costituita da un fascio luminoso polarizzato che ha come elementi di simmetria un'asse polare, direzione di propagazione della luce, e due piani di simmetria distinti, quello contenente il vettore elettrico e quello contenente il vettore magnetico. Tali elementi si riscontrano nel fenomeno di emissione da me studiato, poichè questa è nettamente distinta in due piani e in essa si riscontra ancora la polarità dell'asse, poichè la qualità della luce diffusa è funzione dello spessore dello strato attraversato dal fascio eccitatore.

Dal punto di vista dell'effetto Tyndall adunque il mezzo eterogeneo attraversato da un fascio di luce polarizzata acquista la simmetria di un cristallo della classe piramidale del sistema rombico.