

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXIV.

1917

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVI.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1917

lore apparente e del calore latente; ora il primo fa variare lo stato del corpo (p. es. v e T del mercurio dei termometri), e l'altro non lo fa variare (altrimenti sarebbe apparente e non già latente) e quindi non può essere considerato come funzione di tale stato, nè può esser considerata come funzione di tale stato la somma suddetta, cioè q .

Fisica. — *Sul secondo postulato della teoria della relatività.*
Nota di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio P. BLASERNA ⁽¹⁾.

La teoria della relatività sorse basandosi su due postulati fondamentali, ben conosciuti. Il primo afferma la impossibilità di scoprire il moto di un sistema senza riferire questo ad altri sistemi; in altri termini nega la realtà fisica del *moto assoluto*. Il secondo afferma che la velocità c di propagazione della luce nel vuoto, sia una costante universale. Entrambi questi postulati sono generalizzazioni di fatti o principii, già dapprima comunemente ammessi dai fisici. Così, il primo è, in certo modo, la estensione, anche ai fenomeni ottici od elettrici, di un principio della meccanica classica, estensione giustificata dall'esito negativo di talune esperienze (Michelson e Morley, Trouton e Noble) tendenti a scoprire il moto assoluto terrestre od il *vento di etere* traversante la materia terrestre. Il secondo postulato è la generalizzazione di un principio fondamentale nella teoria delle ondulazioni eternee e nell'elettromagnetismo. Questi due principii ben accettati, separatamente, ai cultori moderni di fisica, furono tratti da capitoli di questa disciplina assai disparati; e, una volta richiamati, la loro origine fu quasi dimenticata; una costruzione ingegnosa sorse poi sul loro connubio: la teoria della relatività. Questa, pur ripudiando, secondo Einstein ed altri, taluna delle concezioni teoriche che avevano servito di base alla formulazione del secondo postulato (l'etere), serve a spiegar bene l'insuccesso delle esperienze citate più sopra.

Ora, la nostra mente, abituata, come diceva Ritz, a « *sostanzializzare* » i fenomeni fisici, mentre afferra facilmente la essenza del primo postulato, non altrettanto fa col secondo; tanto più che, come si è detto, taluni fautori delle teorie relativistiche non ritengono necessaria la esistenza del mezzo eterneo di trasmissione, per spiegare la costanza di c . Inoltre, dal secondo postulato, o da una certa parte di esso, dipendono le conclusioni che appaiono artificiali o strane di tutta la teoria relativistica (*). Questo secondo postulato va inteso nel senso che un osservatore, misurante la velocità della luce proveniente da una sorgente luminosa, trova sempre lo stesso valore, per tale velocità, tanto che egli e la sorgente sieno in quiete *relativa* o

(1) Pervenuta all'Accademia il 1° settembre 1917.

(*) Carmichael, Phys. Rev., 1912, XXXV, pag. 168.

(per chi ne ammette la possibilità) assoluta, quanto se la sorgente o l'osservatore, od entrambi, si muovano con moto di traslazione uniforme. Per cui, in sostanza, il secondo postulato afferma la assoluta indipendenza di c da qualsiasi contingenza di moto uniforme di traslazione, che affetti sia la sorgente che l'osservatore.

È noto che un'ipotesi di carattere meccanico o balistico, secondo cui la velocità della luce si venga a sommare con quella della sorgente, potrebbe spiegare, come la teoria della relatività, l'insuccesso di quelle tali esperienze, più sopra citate. Ma essa sarebbe radicalmente in contrasto con la teoria elettromagnetica, per cui pochi sono quelli che ne intravedono la attendibilità (1) Ad ogni modo si possono immaginare delle esperienze che dovrebbero decidere fra la detta ipotesi o teoria meccanica, e la relativistica.

Si può ora vedere che taluno dei metodi, anche di solito già adottati per la verifica dell'effetto Doppler, potrebbe portare, se opportunamente modificato, alla risoluzione del detto problema. Per ciò consideriamo una sorgente luminosa S , emettente onde di lunghezza λ e di frequenza n , che si muova

$$\frac{S \quad S' \quad A \quad A' \quad O \quad B \quad B'}{\text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---} \text{---}}$$

con la velocità v verso l'osservatore fisso O . Supponiamo dapprima che le onde si trasmettano attraverso un etere fisso. Le n onde emesse in $1''$ si troveranno distribuite nel tratto $S'A = c - v$. Nello stesso tempo arriveranno ad O tutte le onde n' entranti nel tratto $OB = c$, per cui $(c - v)/n = c/n'$, cioè $n' = nc/(c - v)$. Facendo $v/c = \beta$, e trascurando i termini di ordine superiori al primo in β , si ha $n' = n(1 + \beta)$. La nuova lunghezza d'onda si ottiene tenendo conto che $c = n\lambda = n'\lambda'$, per cui $\lambda' = \lambda(1 - \beta)$.

Facciamo, invece, l'ipotesi di carattere balistico od emissivo, enunciata più sopra. In $1''$, le onde emesse da S si troveranno distribuite nel tratto $S'A' = c$. In un tempo eguale, arriveranno su O , n' onde che verranno a distribuirsi nel tratto $OB' = c + v$. Per cui $c/n = (c + v)/n'$, cioè $n' = n(1 + \beta)$. Tenendo conto poi che $c + v = n'\lambda'$, si vede che, esattamente, $\lambda' = \lambda$.

Per cui, mentre per quanto concerne la frequenza si arriva alle stesse conclusioni (salvo i termini in β^2) tanto con l'ipotesi eterea quanto con quella balistica, per la lunghezza d'onda si avrebbero valori diversi nelle due ipotesi, e tali valori differirebbero per un termine del prim'ordine in β . L'effetto Doppler, quindi, misurato con l'osservazione della lunghezza d'onda, porte-

(1) A questo proposito va ricordato l'importante lavoro critico di Ritz (*Gesammelte Werke*, pag. 317) che forse non è stato preso in sufficiente considerazione.

rebbe a risultati differenti a seconda che l'ipotesi giusta sia l'una o l'altra delle enunciate (1).

Ora le osservazioni dell'effetto Doppler sono sinora state fatte misurando lo spostamento delle linee spettrali con prismi o con reticoli di diffrazione. Per il caso dei prismi, si può osservare che le teorie della dispersione sinora ammesse, tanto se fondate su considerazioni meccaniche (Maxwell, Sellmejer, Helmholtz), che la elettronica, lasciano supporre che quel fenomeno possa dipendere esclusivamente dalla frequenza delle vibrazioni luminose incidenti. Per cui, lo spostamento osservato delle linee spettrali, può esser dovuto alla semplice variazione di frequenza, provocata dall'effetto Doppler; e ciò tanto che si ammetta per la luce la teoria di un etere fisso, od una teoria balistica od emissiva.

Rimarrebbe quindi, da questo lato, insoluta la questione di sapere se la velocità di propagazione della luce possa o no cambiare con la velocità della sorgente. Ma l'effetto Doppler è stato constatato, oltre che con prismi, con reticoli di diffrazione, tanto per il caso di sorgenti astronomiche che terrestri (2). Il funzionamento di un reticolo, dal punto di vista geometrico, è considerato come esclusivamente dipendente dai valori delle lunghezze d'onda incidenti, venendosi così a definire le posizioni delle righe degli spettri successivi. Ora poichè, secondo la ipotesi balistica od emissiva, il valore di λ non cambia con la velocità della sorgente, ne risulta che il reticolo non dovrebbe dare risultato apprezzabile, studiando l'effetto Doppler; ma ciò non è conforme alla esperienza. Per cui le osservazioni del fenomeno Doppler nelle stelle e nei bordi del sole, con gli specchi in moto (Galitzin e Wilip), oppure nei raggi anodici (Stark, Paschen), farebbero concludere che effettivamente la velocità della luce rimanga inalterata per il moto della sorgente; il che equivarrebbe al rigetto della teoria balistica od emissiva. Di tale avviso è Tolman (3), quantunque Stewart (4) esprima parere contrario. Effettivamente si deve considerare che la comune teoria del reticolo, come anche fa notare La Rosa (5), potrebbe non esser più esatta nel caso di una qualche teoria meccanica, balistica o emissiva, della luce. Ad ogni modo è da notare che le osservazioni astronomiche dell'effetto Doppler non sempre sono accompagnate dalla conoscenza, per altra via, della velocità relativa alla terra, della sorgente. Nel caso dei bordi del sole, occorre poi andar cauti, nel porre in relazione la misura dello spostamento delle righe, con la

(1) Queste conclusioni sono le stesse di quelle già enunciate da altri autori; v. p. e., Tolman, Phys. Rev. 1910, XXI, pag. 26.

(2) Galitzin e Wilip, Communications Ac. Russe, 1907, pp. 213-223; Stark, Ann. d. Phys. 1909, 28, pag. 974.

(3) Phys. Rev. 1912, XXXV, pag. 136.

(4) Phys. Rev. 1911, XXXII, pag. 418.

(5) Nuovo Cimento, 1912, III, pag. 356.

velocità dei bordi, desunta da quella delle macchie solari, giacchè la loro luce può essere fortemente rifratta dalle masse gassose incandescenti periferiche, ed in conseguenza di ciò, il valore dell'effetto Doppler può notevolmente mutare ⁽¹⁾. Quanto alle osservazioni terrestri, quelle fatte da Stark e da altri sui raggi anodici, oltre a portare ad una misura assai incerta del fenomeno (si osservano delle code sfumate più o meno lunghe, indicanti particelle luminose con diversi gradi di velocità), non consentono di prevedere per altra via, nel caso dell'esperienza, quale sia la precisa velocità delle singole particelle luminose; e quelle fatte con specchi in moto, non riguardano effettivamente sorgente in moto, il che può non aver lo stesso effetto ⁽²⁾.

Da tutto ciò si deduce che non si abbia sinora una prova assolutamente sicura delle immutabilità di c , col vario moto della sorgente; ciò ben inteso non volendo senz'altro appoggiarsi o alla classica teoria elettromagnetica, sia pure adattata, con le idee di Lorentz, al caso dei corpi in moto; sia ancora alla teoria della relatività pura e semplice. Questo modo di vedere rimane confermato dalla lettura dei lavori di taluno tra quelli che più sostengono la teoria della relatività, e quindi, implicitamente, il secondo postulato; in essi si trova spesso enunciato il desiderio che ulteriori fatti sperimentali sorgano a confermare la bontà della detta teoria, od a contraddirla definitivamente; e tale desiderio è in certo modo in relazione con la crisi a cui, negli ultimi anni, la detta teoria è andata incontro.

Ma d'altra parte, come nota il prof. Levi-Civita, dopo le ultime ricerche di Einstein, che raccolgono in una sintesi mirabilmente comprensiva, tutti i fenomeni fisici (gravitazione compresa), è difficile sottrarsi all'impressione di trovarsi di fronte a qualche cosa di definitivamente acquisito, per quanto riguarda la relatività. Tutto sommato non sarebbe però da disprezzarsi un tentativo di definitiva conferma dal punto di vista sperimentale, di idee che tanto hanno impressionato il mondo fisico, negli ultimi tempi; e questa conferma potrebbe anche scaturire dallo studio della velocità con cui si propaga la luce da una sorgente mobile, o, in altri termini, del valore di λ .

Per tradurre in atto tale tentativo e sempre prescindendo da idee preconconcette, l'ideale sarebbe di poter verificare la struttura dell'onda luminosa, sottratta a qualsiasi azione esterna, nel suo libero propagarsi nel vuoto, essendo la sorgente capace di muoversi variamente. Anche prescindendo dal fatto che si deve sempre sperimentare sotto l'azione della nostra terra, due altre gravi difficoltà si oppongono all'attuazione di un simile programma. Anzitutto non è facile porre artificialmente in rapido moto una sorgente

⁽¹⁾ Michelson, *Astrophys. Journ.* 1901, 13, pag. 192; Harnack, *Ann. d. Phys.* 1915, 46, pag. 558.

⁽²⁾ V. teoria proposta da Ritz, *Gesammelte Werke*, pp. 321, 371, 444.

luminosa, tanto più poi se questa (come è necessario per taluni metodi interferenziali), debba essere rigorosamente monocromatica; peraltro in questo senso darò in seguito notizia di una mia disposizione in corso di attuazione pratica. In secondo luogo, la luce emessa da una sorgente in moto, per poter esser esaminata nella sua struttura (p. e. mediante un qualsiasi apparato interferenziale), deve subire rifrazioni, riflessioni ecc., talvolta numerose. Per cui non è detto che se anche c nel vuoto sia mutevole per effetto del moto della sorgente, non riacquisti un valore fisso in conseguenza dei detti fenomeni di rifrazione, riflessione ecc. Occorrerà quindi cercare di eliminare, in una esperienza del genere, il maggior numero di cause di complicazione del fenomeno, e discutere poi con avvedutezza il risultato.

Intanto per cominciare da un'esperienza relativamente più semplice, si può intraprendere lo studio delle lunghezze d'onda di un raggio di luce riflesso da uno specchio mobile. Questo può corrispondere all'altro già realizzato anni or sono da Belopolski, e poi da Galitizin e Wilip. Ma mentre il primo si serviva di prismi per l'osservazione dell'effetto Doppler, e quindi rimaneva indecisa la questione della variazione di λ ; gli altri due adoperavano un reticolo di diffrazione, pel quale apparecchio sussiste la controversia più sopra accennata. Meglio sarebbe dunque esaminare con un metodo interferenziale, più semplice di quello da cui in fondo dipende il funzionamento del reticolo di diffrazione, il raggio riflesso da uno specchio mobile; di ciò dirò in una prossima Nota.

Fisica. — *Sul doppio strato elettrico al contatto del mercurio con liquidi organici debolmente conduttori* (1). Nota II dei proff. V. POLARA ed A. MARESCA, presentata dal Socio RICCÒ (2).

È noto che il doppio strato elettrico al contatto mercurio-elettrolita subisce variazioni di densità per polarizzazione fisica, e precisamente, polarizzando con forza elettromotrice progressivamente crescente da 0 ad 1 Volta, quando il piccolo elettrodo a (fig. 2) sia catodo, il Lippmann ha dedotto teoricamente ed il Pellat (3) ed il König (4) han provato sperimentalmente che la densità del doppio strato elettrico va progressivamente diminuendo, si annulla per una f. e. m. di 0,97 Volta circa e cambia successivamente di segno.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto fisico della R. Università di Catania, diretto dal prof. G. P. Grimaldi.

(2) Pervenuta all'Accademia il 25 luglio 1917.

(3) Pellat, *Cours d'électricité*, tome III, pag. 149.

(4) A. König, *Wiéd. Ann.*, 16, 1882, pag. 1.