

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA NAZIONALE
DEI LINCEI

ANNO CCCXIX.

1922

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXI.

1° SEMESTRE.



ROMA

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

1922

Poniamo allora $\varphi_1^{(1)} = 1$, $\varphi_2^{(1)} = 0$ e poi una prima volta

$$\varphi_1 = 1, \varphi_2 = -1 \text{ quindi } C_1 = -C_2 = e_{11},$$

e un'altra volta

$$\varphi_1 = 1, \varphi_2 = 1 \text{ quindi } C_1 = C_2 = e_{21}.$$

Avremo allora dalla formola citata, per le (5) (5'),

$$C_1^{(1)} - C_2^{(1)} = e_{11},$$

$$C_1^{(1)} + C_2^{(1)} = e_{21},$$

quindi

$$(6) \quad C_1^{(1)} = \frac{1}{2}(e_{11} + e_{21}) = \frac{a}{\pi} + \frac{B'}{2h} = \frac{a}{\pi} + \frac{B}{l}$$

dove B è una costante (delle dimensioni di una superficie) che dovrà dedursi sperimentalmente.

Relatività. — Correzione di una grave discrepanza tra la teoria delle masse elettromagnetiche e la teoria della relatività. Inerzia e peso dell'elettricità. Nota I di ENRICO FERMI, presentata dal Corrisp. G. ARMELLINI.

§ 1. La teoria delle masse elettromagnetiche fu studiata per la prima volta da Max Abraham⁽¹⁾, prima della scoperta della teoria della relatività. Abraham considerò la massa di un sistema di cariche elettriche, rigido nel senso della meccanica classica, e trovò che nell'ipotesi che un tale sistema avesse simmetria sferica, la sua massa era variabile con la velocità, e precisamente eguale⁽²⁾ a $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$ (essendo u l'energia elettrostatica del sistema e c la velocità della luce), per velocità nulle o molto piccole, mentre per velocità v confrontabili con c intervenivano dei termini di correzione un po' complicati dell'ordine di grandezza di $v^2:c^2$. Prima ancora della teoria della relatività Fitzgerald introdusse, come è noto, l'ipotesi che i corpi si

⁽¹⁾ M. Abraham, *Theorie der Elektrizität*; Richardson, *Elektron theory of Matter*, cap. XI; Lorentz, *The theory of elektrons*, p. 37.

⁽²⁾ Si dice ordinariamente che la massa elettromagnetica di uno strato sferico omogeneo di carica e , e di raggio r è $\frac{2}{3} \frac{e^2}{rc^2}$; se però si osserva che l'energia elettrostatica è $u = \frac{1}{2} \frac{e^2}{r}$, si trova la massa $= \frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$.

contraessero nella direzione del loro moto, nel rapporto $\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}} : 1$, e Lorentz rifece la teoria delle masse elettromagnetiche di Abraham, considerando naturalmente invece che sistemi di cariche elettriche rigidi nel senso della meccanica classica, dei sistemi che subissero tale contrazione. Il risultato fu che la massa di quiete, ossia il limite della massa per velocità nulle, restava $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$, mentre venivano alterati i termini correttivi dipendenti da $v^2 : c^2$.

Le esperienze di Kaufmann e Bucherer, sulla variabilità con la velocità della massa delle particelle β dei corpi radioattivi si decisero nettamente a favore della teoria di Lorentz, così detta dell'elettrone contrattile, contro quella di Abraham, dell'elettrone rigido.

Scoperta in seguito la teoria della relatività, questa portò alla conseguenza che tutte le masse, fossero esse o no elettromagnetiche, dovevano variare con la velocità come quella dell'elettrone contrattile di Lorentz; per modo che le esperienze di Kaufmann e Bucherer vennero a lasciare indecisa la natura totalmente elettromagnetica o no della massa elettronica, venendo a costituire esclusivamente una conferma della teoria della relatività. D'altra parte la stessa teoria della relatività condusse ad attribuire ad un sistema dotato dell'energia u la massa $\frac{u}{c^2}$; di modo che venne a sorgere una grave discrepanza con le teorie elettrodinamiche di Abraham e Lorentz, che attribuiscono ad una distribuzione sferica di elettricità la massa $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$.

Questa differenza tra la teoria elettrodinamica e quella relativistica mi si presentò stridente dopo due recenti Note ⁽¹⁾, in una delle quali considerai le masse elettromagnetiche di sistemi a simmetria qualunque, trovando che sono in genere rappresentate da tensori anzichè da scalari, che si riducono naturalmente a $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$ nel caso della simmetria sferica, nell'altra invece, partendo dalla teoria generale della relatività considerai il peso dei medesimi sistemi, che trovai in ogni caso eguale a $\frac{u}{c^2} G$, essendo G l'accelerazione di gravità.

Nel presente lavoro noi dimostreremo che la differenza tra i due valori della massa ottenuti nei due modi, ha origine in un concetto di corpo rigido in contraddizione con la teoria della relatività che si applica nella teoria elettrodinamica, anche in quella dell'elettrone contrattile di Lorentz, e che con-

(¹) E. Fermi, N. Cim., VI, 22, pp. 176, 192; 1921.

duce alla massa $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$; mentre la nozione di corpo rigido più giustificata e conforme alla teoria della relatività conduce invece alla massa $= \frac{u}{c^2}$.

§ 2. Consideriamo dunque un sistema di cariche elettriche sostenuto da un dielettrico rigido che sotto l'azione di un campo elettromagnetico, in parte dovuto al sistema stesso, ed in parte a cause esterne, si muova di moto traslatorio descrivendo un tubo orario nello spazio-tempo ⁽¹⁾. Vediamo con precisione che cosa debba intendersi per moto traslatorio rigido.

Consideriamo un qualunque sistema di riferimento di Lorentz-Einstein e supponiamo che per esso ad un certo istante un punto del sistema di cariche abbia velocità nulla: diremo che il moto è traslatorio se, con tali ipotesi, nello stesso riferimento, per quell'istante, tutti i punti del sistema hanno velocità nulla. Ciò equivale a dire che le linee orarie dei punti del nostro sistema sono traiettorie ortogonali di una famiglia di spazii lineari; ed infatti in un riferimento di Lorentz-Einstein in cui per spazio si prenda uno degli spazii della famiglia tutto il sistema è in quiete al tempo zero, poichè lo spazio taglia ortogonalmente tutte le linee orarie. Con questa definizione di moto traslatorio la rigidità del sistema viene espressa dal fatto che la sua figura in questi spazii perpendicolari al tubo resta invariabile; ossia che tutte le sezioni rette del tubo orario sono fra loro eguali.

Data la complicazione dei vincoli del nostro sistema (rigidità secondo la definizione precedente), lo tratteremo col principio di Hamilton.

Per poterlo applicare al caso nostro ci occorrerà dunque avere una variazione del moto del nostro sistema conforme ai vincoli del problema, ossia alla rigidità giustamente interpretata. Ora noi mostreremo che si giunge al valore $\frac{4}{3} \frac{u}{c^2}$ oppure a quello $\frac{u}{c^2}$ per la massa elettromagnetica secondo che per tale variazione si prende l'una o l'altra delle due che andiamo ad illustrare e che distinguiamo con le lettere A e B. La variazione A è però, come immediatamente si vedrà, da scartarsi, perchè in contraddizione col principio di relatività.

Sia T il tubo orario descritto dal sistema; nella figura lo spazio di riferimento x, y, z è rappresentato su una sola dimensione, dall'asse x ed al tempo t è sostituito ict , per avere una metrica definita.

Variazione A: si considera come variazione soddisfacente il vincolo della rigidità uno spostamento infinitesimo, rigido nell'ordinario senso cinematico, parallelo allo spazio (x, y, z) di ogni sezione del tubo parallela allo

⁽¹⁾ In tutto il seguito si riguarda lo spazio-tempo come euclideo, poichè si intende che i campi elettromagnetici che in esso si considerano siano abbastanza poco intensi per non alterarne sensibilmente la struttura metrica.

spazio stesso. Nella figura otterremo dunque la variazione del nostro tubo orario spostando parallelamente all'asse x ogni sezione $t =$ costante del tubo di un segmento infinitesimo arbitrario. Se ci limitiamo alla considerazione di spostamenti traslatorii avremo dunque $\delta x, \delta y, \delta z$ funzioni arbitrarie del solo tempo, e $\delta t = 0$.

Variazione B: si considera come variazione soddisfacente il vincolo della rigidità ogni spostamento infinitesimo perpendicolare al tubo di ogni sezione normale del tubo stesso, rigido nell'ordinario senso cinematico. Nella figura otterremo tale variazione spostando parallelamente a sè di un segmento arbitrario ogni sezione normale del tubo.

Biologia. — *Sulla biofotogenesi.* Nota preliminare di SILVIA MORTARA, presentata dal Corresp. RAFFAELE.

A proposito della questione tanto dibattuta, intorno al modo di prodursi della luce negli animali, mi è occorso ultimamente di fare alcune interessanti osservazioni, sulle quali desidero richiamare l'attenzione degli studiosi, perchè credo che se ne potranno trarre delle conclusioni importanti, estendendo il campo delle ricerche.

Per continuare una serie già iniziata di studi sulla morfologia degli organi fotogeni di animali marini, ho avuto in esame da Messina un certo numero di esemplari in ghiaccio, che mi sono arrivati in perfetto stato di conservazione e di freschezza, tanto che ho pensato di approfittarne per fare qualche osservazione, che potesse aiutarmi a cercare una spiegazione della biofotogenesi. Secondo la teoria del Pierantoni, già accettata ed in parte confermata, a quanto pare, da autori stranieri, questo fenomeno dovrebbe ridursi semplicemente ad un caso di simbiosi endocellulare, per il quale la luminosità degli animali sarebbe dovuta soltanto alla attività di miriadi di batteri fotogeni, annidati dentro le cellule della sostanza luminosa, e divenuti ormai simbiotici necessari dell'ospite, che li alberga e li trasmette di generazione in generazione.

Affrontando il problema sotto questo punto di vista, ho voluto tentare anch'io di coltivare i germi fotogeni, dagli animali avuti da Messina, ed ho potuto eseguire, nell'Istituto di Igiene della nostra Università, diretto dal prof. G. Sanarelli, e precisamente nel laboratorio del dott. V. Puntoni, professore incaricato di Batteriologia, una serie di ricerche, tendenti appunto a rivelare la origine batterica della luce animale.

Ho avuto a mia disposizione piccoli *Crostacei*, *Pesci* (*Argyropelecus*, *Stomias*, ecc.) e *Cefalopodi* (vari esemplari di *Heteroteuthis dispar*); ma ho dovuto escludere subito le forme dei due primi gruppi, perchè i loro