# ATTI

DELLA

# REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXXI

1924

---

SERIE QUINTA

---

## RENDICONTI

---

**Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.**

---

**VOLUME XXXIII.**

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1924

pure opposti siano fra loro eguali, ma la specie inerente ad una coppia di cotesti vertici sia contraria a quella inerente all'altra coppia.

Invero, si suppongano i quattro punti ai vertici di un parallelogramma, del quale $P_1$ e $P_3$ siano due vertici opposti, e sia $\mu_1 = \mu_3$. Ciò premesso, si osservi che, per noi, le $\varphi$ sono naturalmente valori di una medesima funzione, la quale decresce col crescere del suo argomento, e che nel presente caso i valori $\varphi_{12}$ e $\varphi_{23}$, i quali ora eguagliano rispettivamente $\varphi_{34}$ e $\varphi_{14}$, sono positivi mentre $\varphi_{13}$ e $\varphi_{24}$ sono negativi. Ne viene allora subito che la (4) conduce all'assurdo nel caso in considerazione [1].

**Fisica.** — *Sulla teoria dell'urto tra atomi e corpuscoli elettrici.* Nota di ENRICO FERMI, presentata dal Socio G. CASTELNUOVO [2].

Lo scopo della presente Nota è di stabilire una dipendenza quantitativa dei fenomeni di eccitazione e di ionizzazione per urto da quelli di eccitazione e di ionizzazione che accompagnano l'assorbimento della luce da parte degli atomi di un gas. Si sa che se un atomo è colpito da luce di frequenza opportuna, esso può assorbire un quanto di luce, la cui energia viene utilizzata ad elevare l'atomo ad un livello di energia superiore al primitivo, oppure, se essa è sufficiente, a ionizzare l'atomo strappandogli, secondo i casi, un elettrone appartenente agli strati superficiali o a quelli profondi, e comunicando in più all'elettrone strappato una certa energia cinetica. Nel riassestamento dell'atomo la luce assorbita può venire riemessa sotto forma di luce di risonanza o di fluorescenza, secondo i casi.

Consideriamo ora che quando un corpuscolo elettrico passa vicino ad un punto, esso vi produce un campo elettrico variabile che possiamo, mediante un integrale di Fourier, decomporre nelle sue componenti armoniche. Troviamo allora che questo campo è eguale al campo elettrico che vi sarebbe in quel punto se esso venisse colpito da luce con una conveniente distribu-

[1] Invece di cotesto ragionamento, avremmo potuto seguire, nel caso in discorso, un metodo analogo a quello che l'Andoyer ebbe naturalmente ad usare (per l'analogo caso dell'ordinario problema dei quattro corpi) nell'articolo del « Bulletin astronomique » altrove richiamato, nel quale tuttavia occorre intendere a pag. 58, ov'egli parla di parallelogramma, che si tratti di parallelogramma non rombico. Noi però abbiamo voluto mostrare come il nostro caso particolare in considerazione permetta uno sfruttamento della nota circostanza necessaria, stabilita nel caso generale.

In altra Nota mostreremo la esistenza e la costruzione di sistemi rombici di Rutherford-Bohr uniformemente rotanti, ognuno situato in un piano normale al proprio asse di rotazione.

Esistono anche, com'è noto, sistemi rombici, uniformemente rotanti (di Rutherford-Bohr), ognuno situato in un piano passante per il proprio asse di rotazione (due punti-agenti trovandosi sull'asse in discorso).

[2] Pervenuta all'Accademia il 26 agosto 1924.

zione continua di frequenze. Se noi pensiamo ora che in quel punto si trovi un atomo si presenta abbastanza naturale l'ipotesi che il campo elettrico prodotto dalla particella abbia sull'atomo quegli stessi effetti di eccitazione e di ionizzazione che vi avrebbe il campo elettrico della luce equivalente. Se supponiamo di conoscere il coefficiente di assorbimento per la luce delle varie frequenze, abbiamo così il modo di calcolare la probabilità che una particella elettrizzata, passando con velocità data ad una data distanza da un atomo, lo ionizzi. Appare però senz'altro necessario introdurre una limitazione all'identità tra gli effetti del campo elettrico di un corpuscolo e del campo elettrico della luce. Si sa infatti che un corpuscolo non può produrre per urto fenomeni per i quali sia necessaria un'energia maggiore della sua energia cinetica. Se invece si effettua la decomposizione armonica del campo elettrico da esso prodotto, si trova che in essa sono rappresentate tutte le frequenze, comprese quelle elevatissime. Dobbiamo dunque ammettere, che tutte le frequenze, il cui quanto $h\nu$ è maggiore dell'energia cinetica della particella non possano avere alcuna azione, non essendo a disposizione energia sufficiente per fornirne un intero quanto.

Abbiamo applicato le considerazioni esposte a tre fenomeni che ne permettono una verificazione sperimentale. Essi sono:

*a*) L'eccitazione della riga 2537 (riga di risonanza) del mercurio. L'assorbimento ottico di questa riga è sufficientemente conosciuto quantitativamente [1]. Esistono inoltre delle esperienze [2] che dànno almeno l'ordine di grandezza della probabilità che sia eccitata la risonanza di atomi di mercurio bombardati con elettroni lenti. La nostra teoria dà per questa probabilità un valore un po' elevato, ma del giusto ordine di grandezza. Secondo la teoria il raggio equivalente all'atomo, agli effetti della eccitazione della riga 2537, risulta di $0{,}8.10^{-8}$ cm., secondo l'esperienza invece di $0{,}4.10^{-8}$ cm. La divergenza si può spiegare col fatto che nella teoria si è trascurata la deviazione dell'elettrone eccitante nel campo elettrico dell'atomo. Il calcolo completo, che sarebbe complicatissimo, appare del resto superfluo, perchè data la estrema vaghezza dei dati sperimentali sarebbe sempre impossibile una verificazione precisa. Il caso ha tuttavia qualche interesse in quanto non esistono altre teorie dell'eccitazione per urto.

*b*) Numero delle coppie di ioni prodotte per cm. di cammino dalle particelle $\alpha$ del radio C nell'elio. Abbiamo scelto l'elio, perchè essendo questo gas monoatomico e costituito dal solo anello K di elettroni, si ha modo di conoscere con una certa esattezza il coefficiente di assorbimento in funzione della frequenza. La concordanza tra teoria ed esperienza è in questo

(1) C. Füchtbauer, Phys. Zs., 21, pag. 322, 1920; C. Füchtbauer e G. Ioos, Phys. Zs., 21, pag. 649, 1920.

(2) Hertha Sponer, Zs. f. Phys., 7, pag. 185, 1921.

caso ottima. Secondo la teoria si trova infatti che nell'elio in condizioni normali vengono prodotte 4800 coppie di ioni per cm. Sperimentalmente [1] si trova invece 4600. La concordanza tra questi due numeri è straordinariamente precisa. Si può anzi notare che casualmente essa risulta alquanto più esatta di quello che la precisione dei dati usati ci autorizzi ad attendere. L'estrema incertezza con cui è conosciuto il coefficiente di assorbimento potrebbe infatti facilmente render ragione di una divergenza del 20 % e forse anche maggiore. Le teorie precedenti [2] della ionizzazione per urto si basano su un principio essenzialmente differente e sostanzialmente possono così riassumersi. Quando una particella $\alpha$ passa vicino ad un atomo essa attira i suoi elettroni, ai quali viene così comunicata una certa energia cinetica che si calcola di solito supponendo liberi gli elettroni nell'interno dell'atomo. Si ammette poi che l'elettrone venga distaccato tutte le volte che l'energia così comunicatagli supera il lavoro di ionizzazione dell'atomo.

*c*) Cammino percorso attraverso all'elio dalle particelle $\alpha$ del RaC. Secondo la nostra teoria questo fenomeno ha il seguente meccanismo. La particella $\alpha$ genera nel suo cammino un campo elettrico variabile, dal quale gli atomi assorbono energia come se si trattasse di un campo elettrico di luce. L'energia così assorbita viene naturalmente fornita dalla particella $\alpha$, la quale a poco a poco si ferma. La concordanza fra teoria ed esperienza è anche in questo caso molto buona; si trova infatti teoricamente che per fermare la particella occorrono 37 cm. di elio; sperimentalmente si trova invece circa 33 cm. Precedentemente il frenamento delle particelle $\alpha$ era stato studiato teoricamente da Thomson e da Bohr [3]. Il primo lo aveva interpretato come dovuto al fatto che la particella $\alpha$ cede, secondo il meccanismo più sopra descritto, parte della sua energia agli elettroni nelle cui vicinanze essa passa. Siccome però calcolando in questo modo si viene a trovare un frenamento infinitamente grande, Bohr ha rifatto il calcolo, supponendo gli elettroni non più liberi, ma vincolati da forze quasi elastiche. In questo modo egli trova una discreta concordanza con l'esperienza ammettendo per la frequenza di questo legame dei valori dell'ordine di grandezza, secondo i casi delle frequenze ottiche o Roentgen.

I dettagli matematici dello sviluppo di questa teoria saranno pubblicati in una prossima occasione.

[1] Geiger, Proc. Roy. Soc., 82, pag. 487, 1909; Taylor, Phil. Mag., 26, pag. 402, 1913.

[2] J. J. Thomson, Phil. Mag., 23, pag. 449, 1912; N. Bohr, Phil. Mag., 30, pag. 581, 1915; S. Rosseland, Phil. Mag., 45, pag. 65, 1923.

[3] N. Bohr, Phil. Mag., 25, pag. 10, 1913; 30, pag. 581, 1915.