

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA NAZIONALE  
DEI LINCEI

ANNO CCCXX  
1923

---

SERIE QUINTA

---

RENDICONTI

---

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

---

VOLUME XXXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

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

---

1923

3°) la diversità del legame chimico di questi tre sali, cloridrato, solfato e bisolfato, si riscontra anche in alcune particolarità da questi presentate;

4°) in questi composti la fluorescenza sembra collegata, in accordo con la teoria di Perrin, ad una modificazione molecolare prodotta dall'azione della luce.

**Fisica.** — *Sul neutrone del Rutherford.* Nota di A. PONTREMOLI, presentata dal Socio O. M. CORBINO.

Nella sua Bakerian Lecture (1) pel 1920, il Rutherford accenna alla possibile esistenza di particelle con dimensioni dell'ordine di grandezza dei nuclei e carica zero (dove il nome di neutroni) cui si addirebbero ben singolari proprietà.

Estremamente penetranti per la loro piccolezza e per avere un campo esterno praticamente nullo (eccetto che per punti molto prossimi al nucleo), questi neutroni muoverebbero liberamente attraverso alla materia e sarebbero quindi difficilmente trattenibili in un recipiente. D'altra parte riuscendo un neutrone a penetrare nella costituzione nucleare di un atomo, potrebbe trasformarlo in un isotopo se vi fosse completamente trattenuto, o nell'atomo di un altro elemento, a numero atomico diverso, se l'azione dell'intenso campo elettrico esistente nel nucleo lo disintegrasse provocando l'espulsione di una carica o più. La struttura di tali neutroni consentirebbe perciò una ipotesi sulla sintesi degli elementi pesanti, energeticamente più accettabile di quella in cui il passaggio da un elemento ad un'altro si suppone causato dall'ingresso nel nucleo di una nuova carica elettrica, contro l'azione del campo delle cariche ivi preesistenti.

Il Rutherford ferma la propria attenzione sul neutrone costituito da un nucleo d'idrogeno e da un elettrone: una specie di atomo di idrogeno di dimensioni molto piccole rispetto a quello abituale e che naturalmente di esso non possederebbe alcuna proprietà. Non essendo presumibile, per la grande stabilità di tale sistema di cariche, il metterle in evidenza per via spettroscopica, recentemente il Glasson (2) ha eseguito delle esperienze per vedere se era possibile rivelarne la presenza in un tubo di scarica a raggi positivi di idrogeno, ove (sussistendovi una notevole quantità di nuclei H e di elettroni liberi) potrebbero essere facilitate le circostanze di formazione di questi neutroni. Il Glasson basò le proprie esperienze sull'ipotesi che avvenendo una intima collisione fra un neutrone ed un nucleo di un atomo pesante, si avrebbe una rottura o una redistribuzione nella configurazione

(1) Rutherford, Proc. Roy. Soc. XCVIII A, 396 (1920).

(2) Glasson, Phil. Mag. 42, pag. 596 (1921).

del nucleo pesante o del neutrone, o di ambedue, con accompagnamento di ionizzazione locale. Il risultato attuale dell'esperienza è negativo. Ma date le contingenze elettriche in cui il Glasson ha lavorato (caduta di potenziale da 2,000 a 50,000 volts nel tubo di scarica), la conclusione può anche non essere definitiva perchè nulla ancora sappiamo sull'energia relativa necessaria per avvicinare alle distanze in questione un nucleo di idrogeno ad un elettrone, nè sul numero di eventi favorevoli che si manifestano e la conseguente possibilità di misurarne gli effetti.

Se ci basiamo sulla teoria di Bohr e sul conseguente modello dell'atomo di idrogeno, dobbiamo escludere a priori che il neutrone di idrogeno consti di un nucleo positivo attorno a cui ruota un elettrone: infatti la prima orbita stabile concessa dalla teoria di Bohr per tale configurazione è quella dell'atomo di idrogeno allo stato stazionario, nè si può ammettere ne esista una con raggio minore, senza contravvenire al postulato per cui il momento d'impulso dell'elettrone è uguale ad un numero intero moltiplicato per  $\frac{h}{2\pi}$ .

Se noi vogliamo pertanto mantenere, sia per l'elettrone che per il nucleo di idrogeno, gli abituali modelli con masse di origine elettromagnetica e le dimensioni note, non abbiamo che una distribuzione di cariche possibile per il neutrone che ne deriva: quella in cui l'elettrone è tangente in un punto al nucleo positivo e costituisce così con esso un dubletto neutro, nè è evidentemente possibile supporre che il moto di insieme di questo dubletto possa per azioni elettrodinamiche apportare delle modificazioni al sistema. Quale sarà la massa elettromagnetica di riposo del neutrone? Per il principio di relatività essa sarà data dal rapporto tra l'energia potenziale totale del sistema e il quadrato della velocità della luce: nel calcolo di detta energia dovendosi integrare il *quadrato* del campo elettrostatico risultante per tutto lo spazio esterno alle cariche, l'energia potenziale del neutrone, e quindi la sua massa, non sarà eguale alla somma dell'energia potenziale delle singole cariche, ma ne differirà per una quantità funzione del prodotto interno dei campi elettrostatici generati da ciascuna carica.

Supponiamo che l'elettrone e il nucleo positivo su cui operiamo siano sferici a distribuzione di carica spaziale. Il Silberstein <sup>(1)</sup> ha già calcolato, partendo dalla struttura del momento elettromagnetico di un sistema di cariche, qual'è la massa mutua da aggiungersi alla somma delle masse componenti per ottenere la massa totale del sistema.

La formula cui egli giunge è data, in unità C. G. S. da

$$Am = \frac{2e_1 e_2}{ac^2} \left[ 1 - \frac{1}{5} \frac{r_1^2 + r_2^2}{a^2} \right]$$

(1) Silberstein, Phys. Zeit. XII, pag. 87 (1911).

dove  $\Delta m$  è la massa mutua,  $e_1, e_2$  le cariche delle due particelle in presenza,  $r_1, r_2$  i loro raggi,  $a$  la distanza dei rispettivi centri. Nel nostro caso per essere  $a = r_1 + r_2, r_i = \frac{3}{5} \frac{e_i^2}{m_i c^2}, e_1 = -e_2 = -e$ , e ponendo  $m_1 = \alpha m_2$ , dove l'indice 1 compete al nucleo, avremo

$$\Delta m = -\frac{4}{3} m_1 \left[ \frac{\alpha + 2(1 + \alpha)^2}{(1 + \alpha)^3} \right].$$

Le esperienze spettroscopiche in cui si determina la massa del nucleo di idrogeno attraverso alla variazione del numero di Rydberg per il moto del nucleo attorno al centro di gravità dell'atomo, ci danno  $m_1 = 1,66 \cdot 10^{-24}$  e per il rapporto (1) tra detta massa e quella dell'elettrone  $\alpha = 1846,9$ .

Ne risulta

$$\Delta m = -2,396 \cdot 10^{-27},$$

a questa diminuzione di massa corrisponderà una emissione di energia all'atto della formazione del neutrone, secondo la formula  $\Delta E = \Delta m \cdot c^2$  pari a

$$\Delta E = -2,156 \cdot 10^{-6} \text{ ergs}$$

ossia  $\Delta E = -1,31 \cdot 10^{18}$  ergs per grammo atomo di neutroni, corrispondente a  $-3,12 \cdot 10^7$  grandi calorie.

Se avvenisse la formazione attraverso al passaggio di un solo quanto, sarebbe contemporaneamente emessa una radiazione estremamente breve, di circa 9 millesimi di Ångstrom.

La differenza tra il peso atomico del nucleo di elio e il peso atomico dei quattro nuclei di idrogeno che lo costituiscono (trascorrendo in questo caso la massa dei due elettroni presenti) ci dà per l'energia di formazione di un grammo atomo di elio  $6,3 \cdot 10^9$  grandi calorie (2). Il modello del neutrone discusso è dunque, malgrado la estrema vicinanza delle cariche, meno stabile di quello di un nucleo d'elio: in particolare sarebbe ancora disintegrabile da una collisione con una particella  $\alpha$  del Ra C che ha una energia cinetica per grammo atomo eguale a  $8,1 \cdot 10^{18}$  ergs.

In un neutrone la distribuzione più semplice di cariche in moto, che si accordi coi postulati di Bohr, è quella in cui due nuclei positivi di idrogeno ruotano in un piano e sono tratti sulla loro orbita da due elettroni simmetrici situati sull'asse dell'orbita stessa; un modello cioè di molecola di idrogeno ove si sia sostituito alle cariche positive quelle negative e reciprocamente.

Si appura subito come questo neutrone sia di dimensioni nucleari: se nel nucleo valgono ancora le leggi di Coulomb, per avere le caratteristiche

(1) Flamm, Phys. Zeit. XVIII, pag. 515 (1917).

(2) Sommerfeld, Atombau u. Spektrallinie, 3<sup>o</sup> Ed., pag. 117.

dinamiche del neutrone basterà, nelle formule che danno le corrispondenti relazioni per la molecola di idrogeno, sostituire alla carica e massa degli elettroni quella dei nuclei e reciprocamente. Ciò, come è ovvio, perchè i due modelli sono rimasti simili non essendo mutate le simmetrie assiali ed equatoriali.

Si ottiene così <sup>(1)</sup> per il raggio  $a$  dell'orbita circolare descritta dai due nuclei  $a = 2,75 \cdot 10^{-12}$  e per la distanza  $b$  dei centri degli elettroni dal centro dell'orbita  $b = 1,59 \cdot 10^{-12}$ . In modo analogo si ricaverebbero facilmente la velocità angolare e l'energia totale relativa ad ogni orbita nonchè il lavoro di dissociazione e il potenziale di ionizzazione. Ammettendo che i nuclei positivi passino ancora quantisticamente da un'orbita all'altra, questi neutroni emetteranno uno spettro nella zona dei raggi X, giacchè per avere le frequenze delle righe emesse basta moltiplicare per  $\alpha = 1846,9$  le frequenze dello spettro della molecola di idrogeno.

Sarà particolarmente interessante, superate alcune difficoltà di carattere analitico, determinare la massa mutua dovuta al sovrapporsi dei singoli campi elettrostatici delle cariche avvicinate a distanze dell'ordine nucleare, secondo i modelli del Rutherford, e dotate di moti in accordo con la teoria di Bohr.

Se la massa mutua pel nucleo di ogni atomo sarà eguale al difetto di massa che sperimentalmente ci rivelano le determinazioni dell'Aston collegate con le accennate ipotesi sulla costituzione nucleare, avremo una sicura conferma dell'origine elettromagnetica della materia.

**Fisica.** — *Sulla trasformazione del nichel al punto Curie.*  
Nota di L. TIERI, presentata dal Socio CORBINO.

Come è noto, i metalli ferromagnetici, portati ad una conveniente temperatura (punto Curie), perdono le loro proprietà ferromagnetiche.

Secondo alcuni, tale fenomeno è dovuto ad una trasformazione allotropica, secondo altri la trasformazione è di origine puramente magnetica.

Il Dejean, interpretando alcune sue interessanti esperienze <sup>(2)</sup>, giunge alla conclusione che la discontinuità apparente che si produce al punto Curie nelle proprietà magnetiche, può anche spiegarsi con l'allontanamento progressivo dei magnetini elementari, man mano che la temperatura della sostanza ferromagnetica aumenta.

Il Dejean perviene a tale conclusione fondandosi sul fatto che quando il rapporto fra lunghezza e diametro di una sbarra di materiale magnetico

<sup>(1)</sup> Sommerfeld, loc. cit., pag. 728.

<sup>(2)</sup> Comptes Rendus, 1921, 2<sup>o</sup> sem., tom. 173, pp. 650, 770, 412; Annales de Physique, tom. XVIII. 1922, pp. 171-272.