

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCVI.

1909

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1909

La curva giace sopra un cono circolare

$$\frac{e}{z} = \frac{2A}{C},$$

il cui asse coincide con l'asse delle z ; è formata in ogni caso da $2n$ foglie, che si adagiano per metà su la falda positiva e per l'altra metà su la falda negativa.

Se la proiezione sul piano $z = 0$ è una Rodonea dispari, le foglie negative sdoppiano le positive; se è una Rodonea pari, le foglie positive e le negative si alternano.

La (7) potrebbe indicarsi col nome di *Rodonea conica*.

Dalla Rodonea dispari della fig. 6 ($n = 3$, $n' = 1$) si genera ad esempio la Rodonea conica della fig. 7: e dalla Rodonea pari della fig. 8 ($n = 3$, $n' = 2$) nasce la Rodonea conica della fig. 9.

5. *La traiettoria caratteristica del fenomeno di Zeeman è una Rodonea conica*, almeno per i valori del campo magnetico, che rendono razionale il rapporto n/n' .

Fisica. — *L'arco voltaico nella sua fase iniziale*⁽¹⁾. Nota di A. OCCHIALINI, presentata dal Corrispondente A. BATTELLI.

1. In una Nota precedente ⁽²⁾, studiando le condizioni che si realizzano allorchè l'arco si adescia, sono stato portato a concludere che l'arco, stabilendosi fra due elettrodi, deve passare per una fase preparatoria che corrisponde al passaggio di corpuscoli dall'elettrodo negativo all'elettrodo positivo e che dura finchè gl'ioni positivi creati per urto presso l'anodo, e estratti dall'elettrodo positivo, propagandosi verso il catodo, non abbiano stabilito la colonna luminosa che collega i due elettrodi e che costituisce l'arco propriamente detto.

Scopo di questa Nota è di studiare la fase preparatoria dell'arco e l'arco stesso nel suo periodo iniziale. Per questo mi varrò dell'azione di un campo magnetico; quindi per l'esatta interpretazione delle esperienze che saranno esposte in seguito, stimo opportuno premettere alcune considerazioni sulla azione di un campo magnetico sopra gl'ioni mobili in seno a un gas.

L'arco una volta stabilito si presenta come una colonna dotata di contrattilità e di coesione, e ciò è ben naturale se, come generalmente si ammette, esso è costituito da un insieme di ioni di segno contrario che eser-

⁽¹⁾ Lavoro eseguito nell'Istituto Fisico della R. Università di Pisa, diretto dal Prof. A. Battelli.

⁽²⁾ Rendiconti R. Accad. dei Lincei, 1° sem. 1909.

citano fra di loro delle azioni attrattive. Quindi in tali condizioni le forze che il campo magnetico esercita sui singoli ioni danno luogo ad un sistema di pressioni applicate alla colonna luminosa che si comporta come una fune. Da ciò deriva lo spostamento notevole subito dall'arco anche in presenza di campi magnetici deboli.

Ma nella fase iniziale gl'ioni sono tutti di un segno e quindi mancano quei vincoli che si traducono in forze coesive nella colonna luminosa. In questa fase, un ione, spostandosi, non tira con sè gli altri ioni; quindi lo spostamento dell'arco nella sua fase preparatoria si potrà dedurre approssimativamente studiando quello di un ione isolato mobile in seno a un gas, alla pressione e alla temperatura ordinaria.

2. Una carica che si muovesse sotto l'azione di una forza costante sarebbe animata, quando fosse libera, da un moto uniformemente accelerato. Se invece si muove in un gas, essa subisce, dopo piccole corse, degli urti che distruggono la velocità previamente acquistata. Talchè la carica sotto l'azione di forze costanti, raggiunge, per effetto degli urti, una velocità media che resta costante in tutto il tragitto. È la media delle velocità assunte dalla carica fra un urto e il successivo.

Nel caso che un ione sia soggetto all'azione simultanea di una forza elettrica diretta secondo l'asse delle x e di una forza magnetica diretta secondo l'asse delle z , il movimento sarà nel piano xy , e la velocità dell'ione sarà definita da due componenti, le cui medie u_x , u_y si mantengono costanti. Il movimento avverrà in media secondo una retta che fa con l'asse delle x un angolo α tale che

$$\text{tang } \alpha = \frac{u_y}{u_x}.$$

Calcolando queste componenti u_x e u_y si trova

$$u_x = \frac{1}{2} \frac{\mathcal{F}}{H} \text{sen } bT$$

$$u_y = \frac{1}{2} \frac{\mathcal{F}}{H} (1 - \cos bT).$$

Quindi

$$\text{tang } \alpha = \frac{1 - \cos bT}{\text{sen } bT}.$$

3. Per calcolare il valore numerico dello spostamento ammettiamo che il campo magnetico abbia un valore di 1000 unità, sia cioè assai superiore a quello necessario per produrre forti deviazioni in un arco definitivamente stabilito.

I centri elettrizzati sono corpuscoli; quindi si ha $\frac{e}{M} = 10^7$.

La velocità di un corpuscolo si compone di quella dovuta all'agitazione termica più quella dovuta all'azione del campo elettrico. Ma la prima è enormemente superiore all'ultima, e non si farà errore sensibile introducendola sola in calcolo.

Così si può ritenere che la velocità media di un corpuscolo sia superiore a 10^7 cm/sec.

La strada libera di un corpuscolo è quattro volte più grande di quella di una molecola d'aria ossia è 32×10^{-6} .

Conseguentemente, il tempo necessario per percorrere la strada libera sarà

$$T < \frac{32 \times 10^{-6}}{10^7} = 3,2 \times 10^{-12}.$$

Con i valori assunti per e, M, H , il valore di b è 10^{10} ; perciò $bT < 3,2 \times 10^{-2}$, ossia è sufficientemente piccolo per poterne trascurare la terza potenza. Allora si potrà scrivere

$$|\text{tang } \alpha| = bT < 3,2 \times 10^{-2} \text{ cm.}$$

Dunque, alla temperatura e alla pressione ordinaria, con un campo magnetico di 1000 unità, un corpuscolo, dopo il percorso di un centimetro, non resterebbe spostato di tre decimi di millimetro dalla strada che esso seguirebbe se il campo non esistesse.

Nel periodo preparatorio dell'arco, quando cioè soltanto il catodo è rovente, gl'ioni si muovono in un atmosfera che, se si esclude l'immediata vicinanza dell'elettrodo è a temperatura poco superiore a quella ordinaria. È probabile quindi che, nelle condizioni reali lo spostamento dei corpuscoli nella fase iniziale dell'arco non superi quello calcolato precedentemente. E ciò apparirà tanto più ammissibile quando si pensi che a una piccola distanza dal catodo, la temperatura è forse sufficientemente bassa da permettere degli aggruppamenti delle molecole intorno ai corpuscoli. Nel qual caso questi assumerebbero la massa e le dimensioni di una molecola almeno, e subirebbero conseguentemente una deviazione assai più piccola di quella calcolata più sopra.

Perciò credo di poter concludere che *nella sua fase preparatoria l'arco è insensibile ai campi magnetici che bastano per deviarlo fortemente quando è definitivamente stabilito.*

4. Vediamo se l'esperienza conferma queste previsioni: se cioè un arco adescato in presenza del campo magnetico, si presenta come se quest'ultimo non esistesse, e venga deviato solo dopo che la colonna luminosa si è stabilita.

Per accertare questo ho realizzato un arco rapidamente interrotto e l'ho osservato mediante una disposizione stroboscopica nelle sue fasi diverse, mentre un campo magnetico agiva continuamente con le linee di forza perpendicolari all'asse dell'arco.

Sulla periferia di una robusta ruota R (fig. 1), mobile intorno a un asse orizzontale è stato incastrato un cerchio di ottone C ritagliato in modo da presentare quattro sporgenze ugualmente distanti l'una dall'altra.

Una spazzola metallica S_2 strisciante sulla periferia della ruota poteva spostarsi in guisa da mantenersi a contatto col cerchio durante tutto il giro della ruota (posizione S_2), oppure da mantenersi in contatto soltanto con le quattro sporgenze del cerchio (posizione S'_2). Il cerchio C era poi collegato per mezzo di un filo metallico con un anello isolato A montato sull'asse della ruota. Su quest'anello strisciava una spazzola S_1 .

Inserendo quest'apparecchio nel circuito di un arco voltaico, e imprimendo una rapida rotazione alla ruota per mezzo di un motore elettrico,

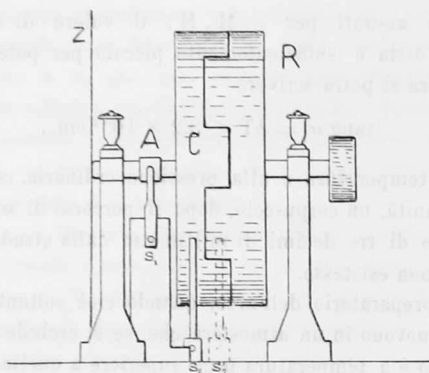


Fig. 1.

l'arco era continuo o interrotto a seconda che la spazzola mobile si trovava nella posizione S_2 o nella posizione S'_2 . Un disco di zinco Z fissato sulla testa dell'asse portava quattro aperture rettangolari, attraverso alle quali l'arco interrotto appariva in una sola fase. Le varie fasi dell'arco si potevano osservare variando la posizione relativa delle aperture del disco e delle sporgenze del cerchio C.

La disposizione schematica è rappresentata nella figura 2. L'immagine dell'arco A, data da un obiettivo O, veniva formata sul disco di zinco Z all'altezza delle aperture in esso praticate. Un secondo obiettivo O_1 dava l'immagine osservata attraverso alle aperture del disco rotante sopra una lastra fotografica L. Talvolta trovai più comodo osservare l'immagine direttamente con l'occhio e allora al posto dell'obiettivo O_1 e della lastra L, misi un cannocchiale. Dietro l'arco e con l'asse perpendicolare all'asse di questo disposi un rocchetto E di una elettrocalamita di Faraday, sotto l'azione della quale l'arco era spostato perpendicolarmente al piano della figura.

5. Per eseguire l'osservazione portavo la spazzola mobile a contatto del cerchio nella posizione S_2 . Poi, acceso l'arco che così risultava continuo, spostavo la spazzola nella posizione S'_2 in modo da aver l'arco interrotto.

Osservato col cannocchiale, l'arco interrotto sembrava assente nelle fasi di interruzione e appariva come una colonna bluastra nelle fasi in cui era stabilito.

Se poi per mezzo dell'elettromagnete E (fig. 2) si creava un campo magnetico perpendicolare all'arco, si trovava che in generale il fiocco bluastr

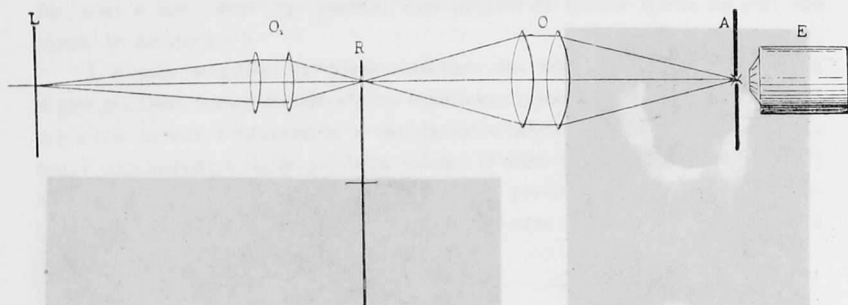


FIG. 2.

era fortemente deviato. Ma ponendo il disco in posizione tale da osservare l'arco nell'istante in cui esso si stabilisce, non si verifica nessuna deviazione.

Nella figura 3 sono riprodotte le fotografie corrispondenti alla fase in cui la colonna luminosa si inizia e a due fasi successive. Chiaramente si scorge

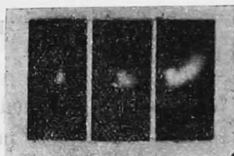


FIG. 3.

che nella prima la colonna che congiunge gli elettrodi è rettilinea; mentre nella seconda e più ancora nella terza è piegata nel senso in cui era sollecitata dal campo elettrico.

Così, anche sperimentalmente è provato che nell'arco il periodo preparatorio non è influenzato dal campo magnetico. L'azione di questo si fa sentire solamente nella colonna luminosa e incomincia quando quest'ultima è già stabilita.

6. Questo comportamento richiama alla memoria quello della scintilla ⁽¹⁾.

⁽¹⁾ La somiglianza fra l'arco e la scintilla nel loro periodo iniziale è stata messa in evidenza per la prima volta dal Puccianti che la riscontrò studiando lo spettro di un arco alternato (Nuovo cimento, 13, 269, 1907).

È noto che quest'ultima è iniziata da un processo esplosivo che costituisce la scintilla pilota.

Ora, i professori Battelli e Magri ⁽¹⁾ hanno accertato che la scintilla pilota non è influenzata dai campi magnetici più intensi, che pure hanno tanta azione nella fase successiva della scarica. La figura 4, riproduzione di una fotografia favoritami dalla gentilezza dei professori Battelli e Magri, mostra l'aspetto di una scintilla scoccata in un campo magnetico assai intenso. Questo ha lasciato intatta la scintilla pilota, che apparisce come un



FIG. 4.

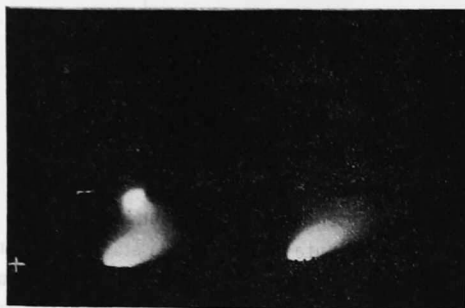


FIG. 5.

sottile filamento luminoso teso fra i due elettrodi, mentre ha violentemente soffiato tutto il resto della scarica. Un arco si inizia anch'esso con un processo che corrisponde alla scintilla pilota e che è insensibile al campo magnetico come quest'ultima.

Particolarmente interessante da questo punto di vista mi sembra la fotografia riprodotta nella figura 5. Essa mostra due archi in presenza di un campo magnetico fra l'estremità di un carbone cilindrico ed una lastra di carbone positiva posta perpendicolarmente a questo ed è stata ottenuta nel modo seguente: dopo aver adescato l'arco fra i due elettrodi è stato stabilito un campo magnetico che lo soffiava verso la destra. Il cratere positivo sotto la sollecitazione del campo scivola lungo la lastra, il cratere negativo rimane fisso sulla estremità del carbone cilindrico. L'arco così devia fortemente dalla sua posizione iniziale e finisce con lo spegnersi. Talvolta però nell'atto in cui l'arco si spegne si stabilisce spontaneamente un nuovo arco;

⁽¹⁾ Battelli e Magri, Rend. R. Accad. Lincei, 16, 155, 1907.

e questo è precisamente accaduto nell'istante in cui è stata presa la fotografia della fig. 5. Ora il secondo arco si presenta come una scintilla improvvisamente scoccata fra i due elettrodi, e non risente affatto l'azione del campo presente; di più esso è accompagnato da un colpo secco che attesta il suo carattere esplosivo.

Del resto, che tra i due fenomeni, iniziamento dell'arco e iniziamento della scintilla, debba esserci una relazione intima appare subito se si ammettono le conclusioni della mia Nota precedente, secondo le quali l'inizio dell'arco è fatto dagl' ioni positivi, cioè proprio da quella specie di ioni che inizia la scintilla (1).

A questo proposito mi piace osservare che ad una conclusione identica si può giungere interpretando alcune esperienze recenti del La Rosa (2). Questi trova che un arco bruscamente e rapidamente interrotto dà lo spettro di righe che è caratteristico della scintilla pilota. D'altra parte secondo lo Stark (3) uno spettro di righe è sempre dovuto a ioni positivi. Dunque tanto la scintilla pilota, quanto la riaccensione dell'arco, sono dovute ad un processo in cui entrano in giuoco ioni positivi.

Fisica. — Costituzione dell'arco voltaico. Nota di A. OCCHIALINI, presentata dal Corrispondente A. BATTELLI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — Sulla scomposizione magnetica delle linee spettrali (4). Nota di MARIO TENANI, presentata dal Corrispondente A. BATTELLI.

1) Il fenomeno diretto di Zeeman consiste, come è noto, in una speciale modificazione che un campo magnetico esercita sul periodo e sulla forma delle vibrazioni emesse da una sorgente luminosa. Se si fanno le osservazioni sulla luce emessa secondo le linee di forza del campo magnetico, nel caso più semplice previsto dalla teoria elementare di Lorentz, si ha uno sdoppiamento delle linee spettrali, e le due linee che così hanno origine, si presentano polarizzate circolarmente in senso inverso. Se si fanno le osservazioni perpendicolarmente al campo, ogni linea si trova, sempre nel caso

(1) Towsend, Phil. Mag. 6, 598, 1903.

(2) La Rosa, Memorie Reale Acc. Lincei, Serie 5^a, v. 7^o, fasc. 4^o.

(3) Stark, Journ. de Phys., 6, 46, 1907.

(4) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa, diretto dal prof. Battelli.