

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

I° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

**RENDICONTI**  
DELLE SEDUTE  
DELLA REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

---

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

*Seduta del 17 maggio 1896.*

A. MESSEDAGLIA Vicepresidente.

---

**MEMORIE E NOTE**  
DI SOCI O PRESENTATE DA SOCI

*Fisica. — Sulle cariche e figure elettriche alla superficie dei tubi del Crookes e del Geissler. Nota del Socio EMILIO VILLARI.*

Dopo d' avere studiato l' influenza dei tubi di Crookes e dei raggi X su di un elettroscopio <sup>(1)</sup>, ho investigato lo stato elettrico della superficie dei Crookes e dei Geissler, e qui indicherò i principali fenomeni osservati.

In sulle prime ho saggiato la superficie dei tubi attivati da un rocchetto di 12 a 15 cm. di scintilla, toccandola in vari punti con un piano di prova a pallina isolata, e determinando le cariche raccolte con un elettroscopio a pile secche. In seguito, ho legato un capo di un filo sottile di rame allo stesso elettroscopio e con l' altro, legato ad un' asta di vetro, toccavo in vari punti la superficie del tubo in attività, e così determinavo la natura delle cariche raccolte. Ma con questi metodi non era facile fare un' analisi completa del fenomeno, che in principio mi apparve abbastanza complesso. Ricorsi perciò all' uso delle polveri elettroscopiche ed ottenni delle figure, di solito assai nette e precise, che manifestavano, a colpo d' occhio, lo stato elettrico della superficie dei tubi.

Dopo moltissime prove ed esperienze mi parve, che le cariche elettriche superficiali dei Crookes, e le figure che le manifestano, fossero come regolate dai seguenti principi:

<sup>(1)</sup> R. Acc. di Napoli, 15 febb. 1896, e R. Acc. d. S. di Bologna, seduta del 12 aprile 1896.

a) Nei Crookes in attività agiscono non soltanto i raggi catodici negativi, ma bensì quelli anodici positivi,

b) I raggi catodici, come è noto, si propagano in linea retta, e mostrano la loro carica — là dove battono contro la parete del tubo.

c) I raggi anodici invece, si diffondono tutto intorno, apportando e manifestando la loro carica + su tutta la superficie del tubo da essi colpita.

Ciò premesso esaminiamo i fenomeni, che si manifestano in alcuni dei tubi più comuni.

In un Crookes sferico con tre elettrodi filiformi ed uno a calotta sferica concava, se si fa negativo quest'ultimo, la sua luce catodica battendo contro la parete opposta del tubo vi produce una macchia luminosa, ramificata ed oscillante pel battere dell'interruttore del rocchetto eccitatore. Soffiando il miscuglio sul pallone in attività si produce una macchia rossa di minio, per carica — del vetro, là dove batte la luce catodica. Ma più sottilmente osservando si scorge, che il minio è attratto sulle parti poco splendenti e quasi oscure della macchia, meglio che su quelle luminose. Così che si sarebbe quasi indotti a credere, che la radiazione catodica dove rende luce non si mostra elettrizzata.

Con pochi colpi di soffietto si produce una macchia rossa leggiera e di forma variabile da una esperienza all'altra. Siccome le pareti del tubo conservano per poco la carica ricevuta dalle radiazioni, così le figure possono ottenersi, ed anche più nette, facendo passare soltanto alcune scariche pel pallone, e poscia soffiandovi sopra il miscuglio.

Le fig. 1 e 2 furono ottenute in questo modo, in due diverse esperienze con lo stesso tubo. La parte ombreggiata verso il centro risponde alla macchia di minio. Intorno, ed anche un po' nel centro di essa, ove meglio pare splender la luce, vi è una zona neutra, indicata in chiaro, priva di minio o qualche traccia di solfo. Su quasi tutto il palloncino si depono un leggiero strato di solfo, attrattovi da carica +, e raffigurato dalla punteggiatura o chiaroscuro. Continuando a soffiare il miscuglio, mentre il tubo è in attività, nuovo minio si raccoglie sulla macchia, che prende aspetto alquanto diverso e meno delicato del precedente, pel continuo oscillare delle parti oscure della macchia, che attraggono il minio.

Sul bocciuolo del catodo si depono un poco di minio, che si estende, qualche volta in bellissime e lunghe ramificazioni. Una zona tersa e neutra, in prossimità del catodo, separa il minio dal solfo.

Queste figure nette e distinte, è bene avvertirlo, che ho ottenute con un vecchio palloncino, non s'ottengono sempre. In tre palloncini nuovi ricevuti dal Desaga, con elettrodo a disco piano, le figure si producono assai imperfette e poco o punto distinte.

Facendo anodo l'elettrodo concavo od uno di quelli in fili, ed un altro di questi catodo, la luce catodica si diffonde sul suo bocciuolo, che con le

polveri si riveste di poco minio, mentre il resto del pallone, dopo una zona neutra, si ricopre di solfo per le radiazioni anodiche +.

In queste esperienze è utile adoperare un miscuglio non troppo ricco di ]  
minio, per ovviare che questo, se in eccesso, si sovrapponga al solfo.

V' hanno dei palloncini del Crookes, ed io ne posseggio uno grande ed uno piccolo, con una lastrina centrale di platino iridato, unita ad un elettrodo, e con un elettrodo a disco in alto ed uno a coppa in basso. Questi palloni comunque attivati si ricoprono quasi per intiero di solfo, quando vi si soffia la

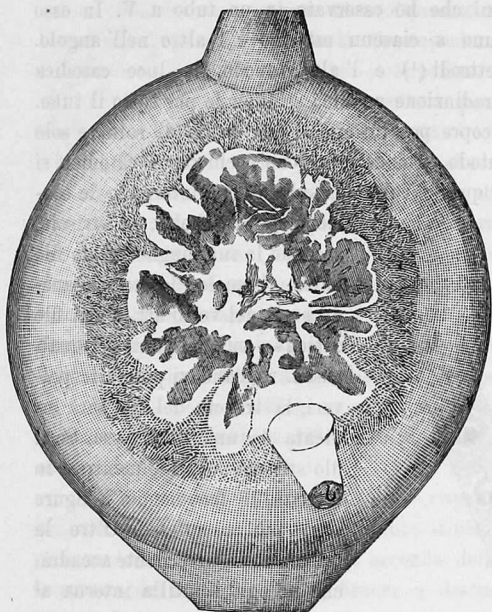


FIG. 1.

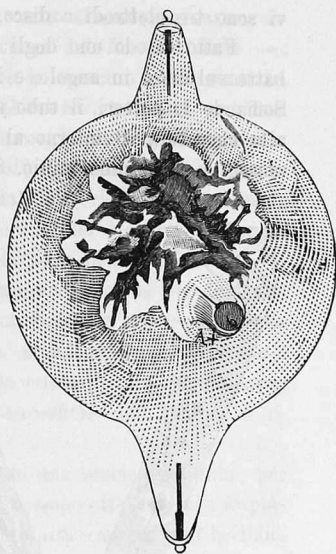


FIG. 2.

nota miscela. Difatti, facendo catodo l'elettrodo superiore od inferiore ed anodo il centrale, i raggi catodici vengono come fermati dalla lastrina centrale, che s'arroventa; ed i raggi anodici, provenienti da questa, si diffondono sul pallone e lo caricano in +. Se invece si fa catodo la lastrina centrale, i raggi emessi dalle sue superficie sono fermati dagli elettrodi verticali, dei quali il positivo diffonde sul pallone i propri raggi anodici. Solo sul bocciuolo negativo può raccogliersi un po' di minio.

In un tubo diritto con appendice a potassa, per la variazione del vuoto, e diaframma di mica ad una o due fenditure, per osservare la propagazione dei fasci catodici, scorgesi con le polveri, che tutta la superficie del tubo è



positiva o gialla, mentre poco minio si depone intorno al catodo, e là dove percuote la luce catodica.

Nei palloncini con un minerale fosforescente e due elettrodi superiori a disco s'osserva con le polveri, che il gambo inferiore di vetro, che fa da sostegno ed anche un po' il piede di legno corrispondente, influenzati dai raggi catodici di uno dei dischettiini, si rivestono di minio. La superficie del pallone, ove si diffondono i raggi anodici, si ricopre di solfo. Sul bocciuolo catodico v'è del minio, che spesso riveste anche la base dell'anodico, influenzato dal primo, che vi è vicinissimo.

Interessanti sono i fenomeni che ho osservato in un tubo a V. In esso vi sono tre elettrodi a disco, uno a ciascun estremo e l'altro nell'angolo.

Fatto catodo uno degli elettrodi <sup>(1)</sup> e l'altro anodo, la luce catodica batte sul disco in angolo, e la radiazione anodica si diffonde per tutto il tubo. Soffiando le polveri, il tubo si copre per intero di uno strato di solfo, e solo alla curvatura ed intorno al catodo, d'onde sfuggono pochi raggi catodici, si raccoglie pochissimo minio. Su questo tubo se, subito dopo interrotte le scariche del rocchetto, si striscia,

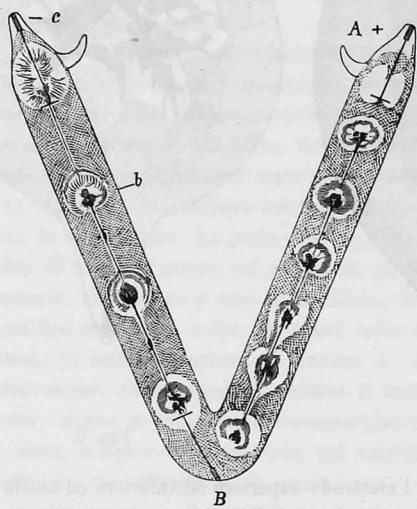


FIG. 3.

secondo la sua lunghezza, un filo unito al suolo, la carica anodica + del vetro attira dal filo carica - su quei punti pei quali passa. Soffiandovi poscia le polveri, la traccia del filo sarà indicata da una linea rossa. Se il filo striscia sul tubo mentre è in attività, il fenomeno e le figure sono più complesse. Oltre la traccia rossa precedente accadrà, che ad ogni scintilla interna al tubo si provocheranno delle scariche dal filo, successive e diverse le quali si manifesteranno con le polveri. Nella fig. 3 è disegnato uno di cotesti tubi ad  $\frac{1}{4}$  del vero; il quale, per la sua carica +, si ricopri tutto di poco solfo; la linea mediana longitudinale risponde alla traccia rossa -, rimasta dal filo, che riunisce le varie macchie, non del tutto simile sulle due branche. Su quella a sinistra o catodica, le macchie hanno una parte rossa centrale b, circondata da una zona gialla radiata e da una rossa continua, separate da zone neutre e terse. La zona +, radiata di solfo

(1) È bene far catodo l'elettrodo c, di fronte al dischetto nell'angolo.

è predominante, anzi sola, in vicinanza del catodo, e scema man mano allontanandocene; così che il solfo più non si scorge intorno alla macchia presso l'angolo del tubo, nè in quelle della branca anodica a destra.

L'origine di queste figure è difficile indicarla con precisione, tuttavia le possiamo supporre generate nel modo seguente. Al momento di una scintilla nel tubo, la scarica anodica + si diffonde, come si è detto, su tutta la superficie di questo, mentre la catodica è assiale e batte contro l'elettrodo posto nell'angolo. Per tali radiazioni il tubo si carica, ad un dipresso, come nella figura 4. Avvicinando al tubo il filo superiore *a* unito al suolo, la carica superficiale + superiore attirerà dal filo elettricità —, che con le polveri produce la macchia rossa centrale. La carica catodica —, nel centro del tubo, richiama dal filo carica +, che si raccoglie intorno alla macchia centrale, e si ricopre di solfo; e finalmente la parete *b c*, più lontana ancora dal filo, richiama da questo

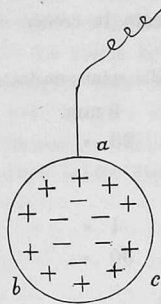


FIG. 4.

nuova carica —, che forma l'ultima zona esterna, che ricopresi anche di minio. Dette zone sono naturalmente separate da zone neutre.

Tale interpretazione pare confermata dal fatto, che la zona + del solfo diminuisce con l'allontanarci dal catodo, e più non si osserva, nè all'angolo del tubo, nè dopo di questo, sulla branca destra od anodica, perchè, come è noto, le radiazioni catodiche non passano oltre le curvature dei tubi. Invece le radiazioni anodiche si diffondono su tutta la superficie, che perciò si riveste di solfo.

Ciascuna macchia, come si disse, risponde ad una scarica pel tubo, per cui spostando su di esso uniformemente il filo, si possono ottenere, con le polveri, macchie vicine o lontane a seconda della rapidità con cui oscilla l'interruttore del rocchetto. Sulla branca a destra le macchie sono vicine, perchè l'interruttore oscillò rapidamente, e su quella a sinistra sono lontane perchè oscillò lentamente. Per mezzo del filo possono, come è naturale, tracciarsi delle lettere sui tubi, che con le polveri appaiono rosse in campo giallo.

Più complesse e variate sono le figure che si producono sui tubi a pera, nei quali, e negli altri ancora, debbono distinguersi due periodi, a seconda che essi sieno nuovi od a lungo stati adoperati. Nel primo periodo, specialmente facendo anodo il dischetto, il tubo si riempie di luce violacea, che va man mano diminuendo. In questo primo periodo la resistenza interna del tubo è piccolissima e cresce di molto con l'uso; onde è che accostandovi le dita, in sulle prime non se ne ottengono quelle molte e piccole scintilline che s'ottengono dopo. E per questa piccola resistenza, in sulle prime, passa pel tubo anche la scintilla inversa di chiusura, indicata da uno sprazzo di luce. Per misurare la detta resistenza misi in derivazione di

un nuovo Crookes a pera, uno spinterometro a punte di platino; e, smuovendo a mano l'interruttore del rocchetto, allontanai le punte dello spinterometro fino a che la scarica passasse, pressochè egualmente, fra esse e pel tubo. La lunghezza della scintilla misurava, con una certa approssimazione, la resistenza del pallone. Ecco alcuni dei risultati, relativi alla scintilla d'interruzione, ottenuti con un tubo a pera, nel quale s'era staccato la croce.

Tubo nuovo a pera.	Scintilla spinterometro.
La scarica va dall'apice del tubo al mezzo . . . .	3 mm.
"          dal mezzo all'apice del tubo . . . .	23 "
Dopo aver adoperato il tubo per circa 20 minuti	
La scarica va dall'apice al mezzo del tubo . . . .	4 "
"          dal mezzo all'apice     " . . . .	30 "
Dopo circa 2 ore d'attività del tubo la luce violacea era quasi sparita e si ottenne	
La scarica va dall'apice al mezzo del tubo . . . .	15 "
"          dal mezzo all'apice     " . . . .	117 "

Questi risultati, sebbene non rigorosi, pure mostrano chiaro che la resistenza del tubo s'è accresciuta grandemente con l'uso, così che nelle ultime misure essa è circa quintupla che nelle prime. Quando, adunque, la resistenza interna è piccola, il potenziale alla superficie del tubo è piccolo, ed accostandovi le dita non se ne cavano scintille, che invece s'ottengono quando il tubo, per lungo uso, ha acquistato grande resistenza.

In questo primo periodo, quando la scarica va dal centro all'apice del tubo, esso, con le polveri, si ricopre di solfo, salvo l'apice, catodo, che si riveste di minio per 2 o 3 cm. Se invece si fa catodo l'elettrodo centrale, il tubo, con le polveri, si ricopre pressochè completamente di minio. Quasi si direbbe, che la carica elettrica si diffondesse alla superficie del tubo, dall'elettrodo centrale che vi è più vicino; ed a seconda che questo sia + o —, il pallone si ricopre di solfo o di minio. Questo pallone, essendosene staccata la croce, non potei adoperarlo a croce elevata od abbassata; pure con altro tubo, con la croce, mi pare aver notato, che i fenomeni su indicati sono indipendenti dalla posizione di essa.

Veniamo a dire del secondo periodo, che si manifesta dopo lungo uso del tubo, e che è più interessante del primo. Facendo anodo la croce elevata od abbassata, il tubo, con le polveri, si ricopre tutto di solfo, salvo il vertice che si ricopre di minio, come nel caso analogo del primo periodo. Se invece facciamo catodo la croce, che si tiene abbassata, il tubo s'illumina quasi tutto di luce catodica, la quale emanata dalla croce viene a battere più specialmente contro la parete superiore del tubo. Ivi forma una specie di macchia

luminosa irregolare con ramificazioni interne ed esterne, quasi oscure, oscillanti e con moti quasi vermiformi, dovuti al battere dell'interruttore. Essa macchia, con l'uso del tubo, diventa sempre più ampia, distinta ed interessante, e solo dopo più giorni che si è adoperato, acquista tutto il suo sviluppo e la sua bellezza. Soffiando il miscuglio sulla macchia si produce una figura di minio, raccolto principalmente sulle sue parti oscure ed oscillanti.

Le stesse figure possono ottenersi, abbenchè meno perfette, soffiando il miscuglio dopo una sola scarica pel tubo. Ma per averle più belle e vistose è bene lasciare andare l'interruttore per parecchi secondi, fermarlo quando l'immagine luminosa, con le sue ramificazioni, ha raggiunto tutto il suo splendore, e subito dopo soffiarvi le polveri. Così s'ottenne la fig. 5, qui accanto



FIG. 5.

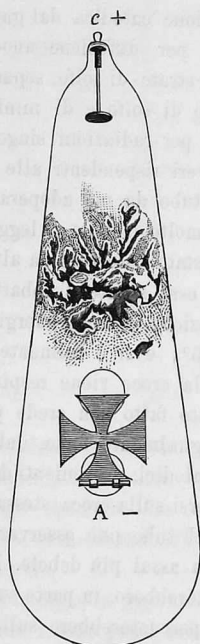


FIG. 6.

disegnata alla meglio. Non deve nascondersi che occorre, il più delle volte, di adoperare i tubi per qualche ora, prima che si prestino a queste esperienze.

Nel tubo adoperato s'è presentato un fatto degno di nota. La luce cattedica, spinta in alto dalla croce abbassata, pare che si rifletta sul vetro, e venga a battere contro la parete inferiore del tubo, formandovi una seconda immagine luminosa, a ramificazioni oscure oscillanti. Con le polveri si produce un'altra figura, indicata dalla fig. 6, vista dal disopra del tubo, alquanto



diversa dalla precedente, e che ricorda quasi le ramificazioni delle corna di cervo.

Questa seconda figura sospettai, in principio, fosse generata dalla proiezione diretta delle radiazioni del bordo della croce abbassata, ma dopo varie osservazioni la credo piuttosto dovuta alla riflessione, come ho detto di sopra. Osservai, di fatti, fra le altre cose, che disposto l'asse del tubo e la croce verticalmente, si producevano quattro figure luminose sulle pareti del tubo; due più ampie per la luce diffusa dalle due facce della croce, e due più piccine, e più verso l'anodo, che mi parvero prodotte dalla riflessione sul vetro della luce catodica, che emanata dalla croce produceva le due macchie precedenti, e non già dalla proiezione diretta.

Il fondo e la parte vicina del tubo si ricoprono lievemente di minio, per diffusione catodica dal gambo della croce. Il resto del tubo, dalla croce all'apice, per diffusione anodica dell'anodo che era all'apice, si ricopre di grosso strato di solfo, separato dal minio da zona tersa e neutra. In mezzo allo strato di solfo e di minio si producono spesso delle macchie di minio o di solfo per radiazioni singole. I bocciuoli portanti gli elettrodi si ricoprono delle polveri rispondenti alle proprie cariche.

Nel tubo da me adoperato in queste esperienze, che ha una croce d'alluminio molto sottile e leggerissima, s'è mostrato un fenomeno, che non credo sia stato osservato da altri. Quando il tubo è orizzontale, se si fa catodo la croce, essa subito s'abbatte, come se fosse stata respinta dal fondo del tubo. L'azione è tanto energica, che si osserva anche quando il tubo è inclinato a  $45^\circ$ ; e si è talmente accresciuta con l'uso del tubo, che quando è verticale la croce viene respinta e saltella con l'oscillare dell'interruttore.

Questo fatto non credo possa riferirsi ad una reazione dei raggi catodici emessi, egualmente forse, dalle due facce della croce. Suppongo invece, che i raggi catodici, provenienti dalla croce, riflessi sul fondo del tubo, vengano a ripercuotersi sulla croce stessa e l'abbattono. Facendo catodo il dischetto all'apice del tubo, può osservarsi una spinta della croce, come nel caso precedente, ma assai più debole. In questo caso i raggi catodici provenienti dal disco batterebbero, in parte sulla croce ed in parte sul fondo del tubo, d'onde riflessi ripercuoterebbero sulla faccia opposta della stessa croce per abatterla.

Facendo catodo l'apice del tubo, le cariche svelate dalle polveri sono meno costanti nei vari tubi. In un vecchio tubo che trovavasi in gabinetto e che dava, con la croce elevata, una splendida ombra, si disegnava questa nitidamente in giallo, con l'uso delle polveri. Negli angoli apparivano dei filetti rossi ed il resto del tubo si rivestiva di solfo. Un tubo più recente, inviandomi dal Desaga, a croce elevata od abbassata, si ricopriva tutto di solfo, salvo una zona, fra il fondo ed il corpo del tubo, che si rivestiva come d'una corona di macchie circolari rosse.

*Studi galvanometrici.* Le cariche superficiali del Crookes possono osser-

varsi spesso accostandovi le dita, che vengono colpite da sottili e lunghe scintilline. La loro natura può determinarsi con l'elettroscopio a pile secche, o meglio con un galvanometro. Adoperai il galvanometro del Wiedemann ad un solo rocchetto di circa 4000 giri, con uno dei capi unito ai tubi del gas e l'altro ad un sottile filo di rame, che avvicinavo, come scandaglio, ai diversi punti della superficie del tubo. Le prime indagini furono eseguite su di un tubo, a potassa, diritto, che divisi con segni ad inchiostro di 5 in 5 cm. da sinistra a destra. Le esperienze mi dettero le seguenti deviazioni del galvanometro, unito ai vari punti del tubo.

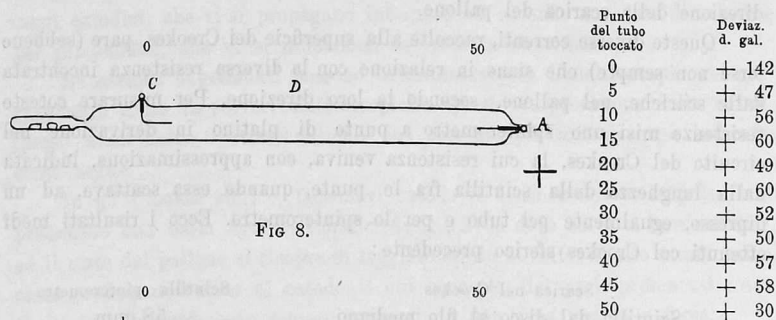


FIG. 8.

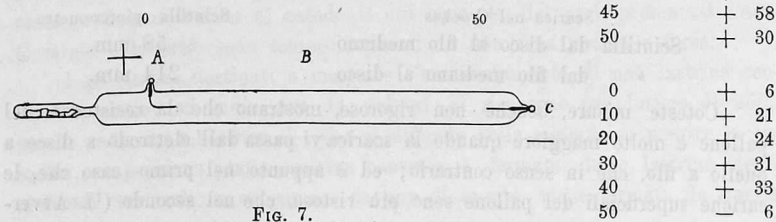


FIG. 7.

Il segno + indica una corrente, che parte dalla superficie del tubo. Le deviazioni riportate non sono regolari, e variano grandemente, specialmente quando lo scandaglio s'approssima troppo agli elettrodi. Da essi saltano spesso scintille, che fanno deviare il galvanometro anche di tutta la scala, in + o —, secondo i poli dai quali scattano le scintille.

Ma facendo astrazione da queste ultime ed energiche correnti, e considerando che le deviazioni osservate, scandagliando i vari punti della superficie del tubo, sono saltuarie per effetto dell'oscillare dell'interruttore, possiamo dire, che la carica positiva del tubo è presso a poco costante in tutta la sua lunghezza, come si vede anche adoperando le polveri. Però nella esperienza, con la disposizione della fig. 8, la carica è oltre il doppio che con la disposizione della fig. 7, per la diversa resistenza elettrica, che il tubo oppone alla scintilla, come diremo in seguito.

*Tubi sferici.* Nei Crookes sferici, fatto catodo l'elettrodo leggermente concavo ed anodo quello filiforme opposto, si trova col galvanometro, che la macchia fluorescente prodotta dal catodo è sempre, ma variamente, negativa,

mentre il resto del pallone apparisce positivo, salvo nelle vicinanze del catodo che di nuovo si mostra negativo. Risultato questo d'accordo con quello ricavato con le polveri. Le indicazioni galvanometriche ottenute dalla superficie di un vecchio pallone ad elettrodo concavo e molto resistente, per lunghissimo uso, erano più energiche quando la scarica andava verso il disco dalla punta di faccia, cioè quando la scarica incontrava nel pallone maggior resistenza (come vedremo or ora), che in verso contrario. Riunendo poi il galvanometro con l'elettrodo superiore od inferiore di cotesto pallone s'ottenne sempre delle correnti positive di 8 a 12 mm. qualunque fosse la direzione della scarica del pallone.

Queste diverse correnti, raccolte alla superficie dei Crookes, pare (sebbene forse non sempre) che siano in relazione con la diversa resistenza incontrata dalle scariche, nel pallone, secondo la loro direzione. Per misurare coteste resistenze misi uno spinterometro a punte di platino in derivazione nel circuito del Crookes, la cui resistenza veniva, con approssimazione, indicata dalla lunghezza della scintilla fra le punte, quando essa scattava, ad un dipresso, egualmente pel tubo e per lo spinterometro. Ecco i risultati medii ottenuti col Crookes sferico precedente:

Scarica nel Crookes	Scintilla spinterometro
Scintilla dal disco al filo mediano	58 mm.
„ dal filo mediano al disco	214 mm.

Coteste misure, benchè non rigorose, mostrano che la resistenza del pallone è molto maggiore quando la scarica vi passa dall'elettrodo a disco a quello a filo, che in senso contrario; ed è appunto nel primo caso che, le cariche superficiali del pallone sono più vistose, che nel secondo <sup>(1)</sup>. Avvertasi che nell'aria libera la scintilla è più lunga, e v'incontra minore resistenza, quando va dalla punta al disco.

Risultati simili, ma meno distinti, ottenni dall'esame dei tubi dritti adoperati di sopra. Così, nel caso della disposizione della fig. 8 del tubo diritto, a carica superficiale maggiore, la sua resistenza fu trovata di 35 a 39 mm. di scintilla dello spinterometro; e nel caso della disposizione della fig. 7, a carica superficiale minore, la resistenza fu del pari minore, cioè di 25 a 33 mm.

Simili ricerche esegui con un Geissler sferico eguale e simile al Crookes più sopra adoperato, e trovai che la resistenza del Geissler era tanto piccola, da non potersi avere scintille nello spinterometro in derivazione. Sulla

<sup>(1)</sup> Devo notare, che nel mio giornale trovo registrate delle esperienze fatte col medesimo pallone nuovo e di piccola resistenza, dalle quali risulta, che le indicazioni galvanometriche maggiori si ebbero quando la scintilla lo percorreva nel senso della minore resistenza. Risultato, cioè, contrario a quello riportato sopra. Mi propongo ristudiare il fenomeno quando avrò nuovi tubi.

superficie di cotesto tubo non si osserva alcuna carica sensibile, nè all'elettroscopio nè al galvanometro, nè alle polveri. Però delle lievi cariche si poterono constatare agli elettrodi verticali, quando la scintilla del rocchetto si faceva balenare fra quelli orizzontali. Per semplificare queste ricerche sperimentai gli effetti di una sola delle scariche, di chiusura o di apertura, giacchè passavano entrambi. Dalle varie osservazioni risultò, che gli elettrodi verticali danno sempre segni di carica  $+$ , debole quando la scintilla interna (diretta od inversa) vada dall'elettrodo a filo a quello a disco, e carica più energica quando la scintilla vada dal disco al filo.

*Riassunto.* I tubi del Crookes s'eletrizzano sulla loro superficie pei raggi catodici, che vi si propagano internamente secondo una data direzione e per gli anodici, che vi si diffondono su tutta la superficie.

Le cariche superficiali possono determinarsi con l'elettroscopio, col galvanometro e con le polveri elettroscopiche. Queste vi producono delle figure, spesso assai nette e caratteristiche, che possono, per sommi capi, indicarsi come segue.

In un Crookes sferico, facendovi catodo il disco concavo, le polveri vi producono una bella figura di minio (fig. 1 e 2) là dove batte la luce catodica, ed il resto del pallone si ricopre di leggiero strato di solfo. Spesso ramificazioni rosse produconsi vicino al catodo, il cui bocciolo, del pari, presentasi rosso. Il minio e lo zolfo sono sempre separati da una zona neutra e tersa.

I palloncini destinati a mostrare l'arroventamento di una lastrina centrale di platino ed iridio, con le polveri si ricoprono per intiero di solfo per la radiazione anodica  $+$ , che si diffonde sulla superficie; mentre la catodica, se proviene dalla lastrina centrale, è fermata dalle lastrine degli elettrodi verticali; e se emana da una di queste, viene fermata da quella centrale.

Per analoghe azioni i tubi diritti e quelli a V, che hanno un elettrodo a ciascun estremo ed uno nell'angolo, si ricoprono di zolfo, salvo il catodo e l'angolo, ove batte la luce catodica, che attraggono un poco di minio.

Appoggiando o strisciando lungo cotesto tubo a V un filo di rame unito al suolo, le cariche del vetro e quelle che vi si manifestano ad ogni scintilla interna, richiamano dal filo sul tubo cariche diverse, che le polveri svelano, fig. 3, con una linea rossa, e con delle macchie a zone rosse e gialle intramezzate da zone neutre. Coteste macchie sono vicine, se l'interruttore batte rapidamente, e lontane se batte lentamente.

Nei tubi a pera la loro resistenza interna s'accresce grandemente con l'adoperarli; cosa che accade con gli altri tubi ancora; onde vi si possono distinguere ben due periodi. Nel primo (tubi a piccola resistenza), facendo l'elettrodo centrale <sup>(1)</sup>, positivo o negativo, la carica si diffonde su tutto il pal-

(<sup>1</sup>) Nel pallone adoperato in queste esperienze s'era distaccata la croce d'alluminio.



lone, che con le polveri si ricopre di solfo o di minio, salvo l'apice che si riveste di minio o solfo. Nel secondo periodo (tubo a grande resistenza) facendo anodo l'elettrodo a croce, elevata od abbassata <sup>(1)</sup>, la carica + di essa si diffonde sul pallone, che si ricopre di zolfo, come nel caso analogo del primo periodo. A croce abbassata e negativa, la sua luce catodica si vede diffusa pel tubo, e più specialmente battere contro la parete superiore di esso, e riflettersi sulla inferiore, producendo così due immagini luminose ramificate, oscillanti e bellissime, le quali con le polveri producono in rosso le fig. 2 e 3. Anche il fondo ed il grosso del tubo, per diffusione catodica, si coprono di pochissimo minio, mentre la parte verso l'apice si ricopre di molto solfo.

Se si fa catodo la croce elevata (che nel mio tubo è sottilissima), essa viene come respinta dal fondo del tubo e subito abbassata, anche quando questo sia quasi verticale. Il fatto sembra dovuto ai raggi catodici, che riflessi contro il fondo del tubo vengono ripercossi contro la croce e l'abbattono. Un fenomeno simile, ma meno distinto, s'osserva facendo catodo il disco, all'apice del tubo.

Nel caso che il disco si faccia catodo, e la croce anodo, la carica + di questa si diffonde sul tubo, che si ricopre di solfo.

Le cariche dei tubi furono studiate anche col galvanometro, ed i risultati furono d'accordo con quelli ottenuti con le polveri. I Crookes mostrano cariche +, pressochè costanti sulle loro superficie, e più energiche quando la scintilla interna ad essi incontra, per la sua direzione, una maggiore resistenza. Là dove batte la luce catodica ed in vicinanza del catodo lo scandaglio galvanometrico raccoglie carica negativa. Se poi si raccolgono le cariche degli elettrodi verticali, che penetrano nell'interno d'un palloncino Crookes, s'ottengono sempre delle deboli correnti positive col pallone da me adoperato, a grandissima resistenza.

Le resistenze nei tubi furono determinate approssimativamente dalla lunghezza della scintilla fra le punte d'uno spinterometro messo in derivazione coi tubi.

Nei Geissler, che hanno grandissima conducibilità, non s'osserva alcuna carica superficiale con le polveri, con l'elettroscopio, col galvanometro. Scandagliando, invece, l'interno d'un palloncino con gli elettrodi verticali, che vi penetrano, s'ottengono sempre cariche positive più o meno distinte, a seconda che la scintilla vi vada dal disco al filo di contro, o viceversa.

(1) In queste esperienze adoperai un pallone con la croce.