

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

lana) risultò di 8,0 mm. mentre in un tubo aperto di 3,80 mm. di diametro l'altezza capillare risultò di 7,6 mm. ossia di 7,8 mm. per un tubo di 3,70 mm. Anche in questo caso l'accordo fra l'altezza capillare e la depressione dell'areometro è sufficiente, e la tensione superficiale $F \cos \omega$ risulta di 7,3 mgr. per millimetro.

È da notare che con questo areometro la posizione del punto d'affioramento con menisco variava col tempo più rapidamente che non con l'areometro precedentemente usato, e che invece nel tubo aperto l'altezza capillare variava pochissimo. Invece in un altro tubo aperto di diametro quasi uguale ed immerso accanto al primo, l'altezza capillare, inizialmente uguale in entrambi, decresceva rapidamente, tanto che col tempo essi presentavano una differenza di circa 1 mm. Non ho avuto campo di stabilire se tale differenza nel modo di comportarsi dipenda da un'imperfetta pulitura, ciò che però mi pare poco probabile a causa delle ripetute puliture con acido nitrico, oppure dalla natura speciale del vetro e della sua superficie; però sarà utile che possibilmente l'areometro e il tubo aperto presentino tale inconveniente in grado poco sensibile.

Fisica. — *Sull'interruttore elettrolitico di Wehnelt* (1). Nota dei dottori R. FEDERICO e P. BACCEI, presentata dal Corrispondente BATTELLI.

1. Molte ricerche importanti sono state fatte sull'interruttore elettrolitico di Wehnelt, sia per misurare il numero delle interruzioni, sia per vedere in qual modo le condizioni diverse ne modificano l'andamento.

Colle presenti esperienze noi abbiamo potuto determinare, oltre il numero esatto, anche la forma delle interruzioni; portando così un contributo per stabilire in modo chiaro il meccanismo del fenomeno, e agevolando lo studio dell'influenza di cause esteriori sul funzionamento dell'apparecchio.

2. *Determinazione del numero e della forma delle interruzioni.* — Abbiamo pensato, per la determinazione del numero delle interruzioni, ad un metodo più rigoroso di quelli usati precedentemente; metodo che nello stesso tempo ci ha permesso di rilevare la forma delle correnti interrotte: ciò che non era stato fatto ancora.

Per ottenere tale scopo, in serie col Wehnelt, oltre al rocchetto di induzione, abbiamo posto orizzontalmente un solenoide S (fig. 1), formato con parecchi strati di grosso filo di rame, avvolti su un nucleo di legno, attraversato da una canna di vetro CC nel senso della sua lunghezza. Cotesta canna venne riempita con solfuro di carbonio puro.

Un fascio di raggi di luce solare erano diretti da un eliostata E , lungo l'asse della canna, attraversavano due nichel N, N' posti l'uno prima, l'altro

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa.

dopo del solenoide e venivano concentrati da una lente L su un nastro di pellicola fotografica avvolta sulla periferia di una puleggia P . Questa era fissata sull'asse di un piccolo motore elettrico e poteva girare con una velocità di 40 giri al secondo. Le varie parti di questo apparecchio, collegate rigidamente fra loro, erano racchiuse in una grande scatola di legno colle

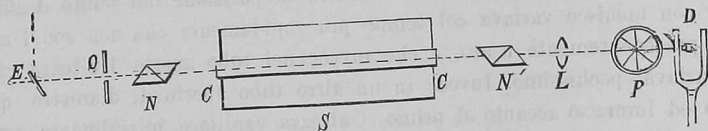


FIG. 1.

pareti interne annerite e munita di una sola apertura chiusa da un otturatore pneumatico O , il quale permetteva ai raggi del sole di penetrare solamente per un istante e al momento voluto, dentro la cassetta medesima.

Dopo ciò il modo di funzionare dell'apparecchio non ha bisogno di ulteriori spiegazioni. Ponendo i due nichel all'estinzione e facendo poi scattare l'otturatore nel mentre la corrente passa per il Wehnelt, e il motorino è in moto, si ottiene sopra la pellicola, — dopo lo sviluppo — una striscia nera con interruzioni sfumate: tale che ad ogni istante l'intensità dell'impressione fotografica è funzione dell'intensità della corrente interrotta dal Wehnelt.

Per computare la velocità del motore abbiamo adoperato un diapason elettrico D (di cui si conosceva il numero delle vibrazioni per secondo), che si faceva agire solo al momento dell'esperienza, e la cui punta andava a scrivere direttamente su d'un nastro di carta avvolto sulla stessa puleggia del motorino accanto al nastro fotografico (fig. 1).

Un amperometro misurava l'intensità della corrente che attraversava l'interruttore a meno di $\frac{1}{4}$ di Ampère; un voltmetro la caduta di poten-



FIG. 2.

ziale attraverso il Wehnelt a meno di $\frac{1}{2}$ volta. In serie col Wehnelt oltre al solenoide si trovava un rocchetto Ruhmkorff, di media grandezza, in cui tenevamo la distanza esplosiva a circa 15 mm.

3. La fig. 2 è un disegno (non ben perfetto nelle sfumature) di un piccolo tratto di striscia fotografica scelta a caso fra quelle che possediamo. Dall'esame di esse appare che il tempo per cui la corrente resta praticamente interrotta, è in media il sesto circa di quello che decorre fra due interruzioni successive. Oltre a ciò, fino al momento della interruzione, l'intensità della corrente si mantiene quasi costante, e solo un momento prima decresce rapida-

mente. Essa forse non si annulla mai, come apparisce dalla tinta grigia che ha l'interruzione nella prova fotografica; ma raggiunge un valore limite.

L'intervallo fra due interruzioni consecutive è molto variabile, al contrario di quel che succede per la durata delle interruzioni. E precisamente, col crescere del numero delle interruzioni, la durata di queste sembra rimanere presso a poco la stessa, mentre diminuisce quasi unicamente il tempo per cui dura il passaggio della corrente.

4. Utilizzando il nostro metodo, tentammo di decidere se un forte campo magnetico avesse influenza sul funzionamento dell'apparecchio. Per ciò ricordiamo come molti sperimentatori hanno avuto risultato negativo, mentre il Rossi (1) osservò un'influenza marcata del magnetismo. Egli adoperò un elettromagnete Faraday-Ruhmkorff, eccitato da nove accumulatori Tudor, con i poli ovoidi a 4 cm. di distanza. Fra di essi era il Wehnelt di forma speciale, in modo che l'elettrodo attivo, lungo 25 mm., era disposto colla punta fra i poli del campo magnetico. Questo, secondo il Rossi, agisce come per *soffiar via* la guaina incandescente dell'elettrodo attivo, facendo così innalzare la tensione massima ai poli del secondario.

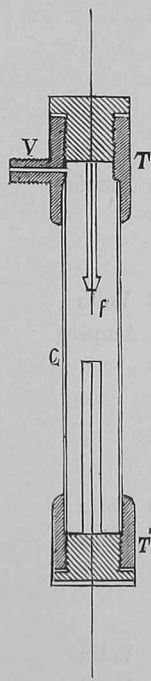


FIG. 3.

Nelle nostre esperienze facemmo uso di un Wehnelt costituito da una canna *C* di vetro (fig. 3) del diametro esterno di circa 2, cm., la quale era chiusa alle estremità da due tappi di ottone a vite *T*, *T'*. Di questi il superiore portava l'elettrodo attivo *f*, costituito da un filo di platino del diametro di circa $\frac{2}{10}$ mm. e lungo circa 15 mm.; il tappo inferiore invece portava l'elettrodo inattivo, costituito da una lamina di piombo di 10×10 cmq. avvolta a cartoccio-spirale. Come magnete adoperammo una grandissima elettrocalamita a ferro di cavallo, munita di espansioni polari terminate da piccole superfici ovoidi. Le punte di tali espansioni toccavano la canna del Wehnelt da noi adoperato, e quindi erano distanti 2 cm. fra loro. L'elettrodo attivo era posto all'altezza delle punte delle espansioni polari. L'intensità del campo magnetico era circa 12.000 unità [C. G. S.]. Sotto l'azione di tale campo, non abbiamo mai riscontrato cambiamento nel numero delle interruzioni per secondo. Ma la durata dell'interruzione era leggermente più piccola, e l'intensità della corrente passava quasi istantaneamente dal valore massimo a quello minimo.

Nelle prove fotografiche i tratti neri s'interrompevano quasi senza sfumatura alcuna. Da questo fatto, che conferma le vedute del Rossi, probabilmente dipendono i risultati da lui ottenuti; e invero la maggior rapidità dell'apertura del circuito deve produrre una f. e. m. indotta più elevata.

(1) N. Cimento, serie 4^a, vol. X, p. 199; 1899.

Inoltre il funzionamento dell'apparecchio sotto l'influenza del campo magnetico diventa ancora più irregolare che nelle condizioni ordinarie; le interruzioni non si succedono a intervalli uguali, cioè nelle prove fotografiche difficilmente si riscontrano due tratti neri della stessa lunghezza.

5. Risultati interessanti abbiamo pure ottenuti col variare la natura del liquido contenuto nell'interruttore. Abbiamo sperimentato con diversi liquidi, ma buoni risultati abbiamo ottenuto soltanto con una soluzione acquosa di bicromato di potassio e di acido solforico, che abbiamo preparato sciogliendo 10 parti in peso delle due sostanze in 100 parti di acqua.

I vantaggi che si hanno adoperando una tale soluzione, invece dell'acqua acidulata, sono diversi. Prima di tutto, colla stessa intensità di corrente e colla stessa f. e m. nel circuito primario, il numero delle interruzioni è assai maggiore quando si adopera la soluzione di bicromato.

Diamo qui alcuni numeri che meglio dimostrano il confronto fra i due liquidi. Le esperienze sono state eseguite collo stesso apparecchio cambiando il liquido e lasciando inalterate le altre condizioni:

1.°

Soluzione di bicromato e acido solforico.

Caduta di potenziale attraverso il Wehnelt	38 Volta
Intensità della corrente	5 Ampère
Numero delle interruzioni al secondo.	820

Soluzione di acido solforico al 10%.

Caduta di potenziale attraverso il Wehnelt	34 Volta
Intensità della corrente	5,3 Ampère
Numero delle interruzioni al secondo.	580

2.°

Soluzione di bicromato e acido solforico.

Caduta di potenziale attraverso il Wehnelt	59 Volta
Intensità della corrente	5,3 Ampère
Numero delle interruzioni al secondo.	940

Soluzione di acido solforico al 10%.

Caduta di potenziale attraverso il Wehnelt	47 Volta
Intensità della corrente	6 Ampère
Numero delle interruzioni al secondo.	620

Si vede adunque come con un'intensità minore di corrente, coll'uso del bicromato si abbia una frequenza nelle interruzioni di circa una volta e mezza maggiore che con l'uso del solo acido solforico. La caduta di potenziale attraverso il Wehnelt è leggermente maggiore col primo liquido che col secondo.

La soluzione di bicromato presenta altri vantaggi. È noto come nell'interruttore Wehnelt in funzione, l'acqua acidulata entra in grande agitazione e acquista l'aspetto di una massa in tumultuosa ebollizione. Ben presto poi diventa lattiginosa, e tale si mantiene anche quando l'apparecchio cessa di agire, ritornando limpida soltanto dopo qualche tempo. Oltre a ciò il liquido rapidamente si riscalda e sale presto dalla temperatura dell'ambiente fino a circa 80° o 90° C. Infine a lungo andare il filo attivo di platino si ricopre di qualche incrostazione e l'apparecchio cessa dal funzionare.

Adoperando invece la soluzione di bicromato, si è sorpresi della regolarità con cui funziona l'interruttore. La soluzione si mantiene limpidissima e lo sviluppo gassoso è solo limitato attorno all'elettrodo attivo, senza che si estenda al resto della massa liquida. Le bollicine gassose vengono quietamente alla superficie liquida che resta quasi piana: tutto procede senza quel grande strepito che accompagnava di solito simili apparecchi. L'elettrodo di piombo si mantiene ben pulito, e nessun sale si forma a intorbidare la soluzione, che anche dopo lungo tempo si mantiene limpida. Infine il riscaldamento del liquido avviene molto meno rapidamente che con l'uso della soluzione di acido solforico, e solo dopo lungo andare si raggiunge la temperatura di circa 80°.

L'unico inconveniente che presenta l'uso della soluzione di bicromato di potassio è quello di alterarsi col tempo. Infatti il liquido annerisce lentamente e tende a perdere le sue qualità. Ma ciò avviene dopo lungo uso, e d'altra parte, anche quando il liquido stesso è diventato del tutto nero, l'apparecchio continua ad agire presso a poco come se contenesse una soluzione di solo acido solforico.

CONCLUSIONI

I risultati ottenuti ci permettono di concludere:

- 1.° Nell'interruttore elettrolitico di Wehnelt le interruzioni non si succedono tutte ad intervalli uguali.
- 2.° Le interruzioni della corrente hanno durata brevissima, in media $\frac{1}{6}$ del tempo che trascorre fra un'interruzione e la successiva.
- 3.° Durante l'interruzione la corrente non si annulla del tutto, ma acquista un valore minimo, variabile leggermente da un'interruzione all'altra e variabile colle altre condizioni che influiscono sul numero delle interruzioni.
- 4.° Un forte campo magnetico non ha influenza sul numero delle interruzioni per secondo, ma sulla durata e la forma di esse; ossia sotto l'azione del campo le interruzioni hanno una durata più piccola, e l'intensità della corrente passa quasi istantaneamente dal valore massimo al minimo.
- 5.° Variando l'elettrolito dell'interruttore, varia anche il numero delle interruzioni; adoperando una soluzione di bicromato di potassio e di acido solforico che contenga 10 di bicromato e 10 di acido per ogni 100 parti in

peso di acqua, il numero delle interruzioni è all'incirca una volta e mezza maggiore che adoperando una soluzione di solo acido solforico al 10 %.

6.° Oltre a ciò, con l'uso del bicromato potassico, il liquido non s'intorbida, l'agitazione per lo sviluppo gassoso è minima, e viene anche ridotto il riscaldamento, il quale si effettua assai lentamente.

Fisica. — *Sull'interruttore di Wehnelt.* Nota del dott. O. M. CORBINO (1), presentata dal Socio BLASERNA.

1. Sembra ormai fuori dubbio che nell'interruttore di Wehnelt più che l'azione elettrolitica intervenga l'azione termica della corrente. L'idea, messa già innanzi dallo stesso Wehnelt, è stata sviluppata analiticamente in un pregevole studio del Simon (2).

Questi ebbe a constatare che, per un dato interruttore, al variare delle condizioni del circuito (autoinduzione e resistenza) e della forza elettromotrice agente, il numero di interruzioni per secondo si modifica in modo che la quantità di calore svolta all'anodo a ogni periodo è una quantità costante.

Partendo da questo fatto e ammettendo che la costante di tempo del circuito sia una frazione piccolissima del periodo di interruzione, egli pervenne alla espressione seguente per la durata

$$T = \frac{3}{2} \frac{L}{w} + \frac{C_1 w}{E^2} + T_2$$

ove L indica l'autoinduzione e w la resistenza del circuito, E la forza elettromotrice agente, C_1 una costante per un dato interruttore e T_2 il tempo durante il quale la corrente resta interrotta. La formula può essere semplificata osservando che, secondo l'esperienza, T_2 è nullo.

L'influenza dell'autoinduzione, oltre che dal Simon, era stata già segnalata non solo dal Wehnelt, ma da tutti coloro che si occuparono dell'argomento; ed era stato trovato che il numero d'interruzioni diminuisce al crescere dell'autoinduzione del circuito, e, veramente, non dell'autoinduzione propria (del solo circuito primario con o senza ferro) ma dell'apparente, cioè di quella che dipende anche dalla presenza di altri circuiti o di masse metalliche che reagiscono su quello da cui subiscono l'induzione.

Quando il circuito secondario o altri circuiti parassiti sono in presenza, non è possibile determinare a priori il valore dell'autoinduzione apparente del primario, poichè essa dipende, oltre che dalla posizione, dalle dimensioni e dalla natura dei primi, anche dal periodo, in modo calcolabile solo quando le correnti sono sinusoidali. Si potrebbe in questi casi ricorrere, per tale determinazione, a un metodo di sostituzione. Se infatti all'autoinduzione

(1) Lavoro eseguito nel laboratorio di Fisica della R. Università di Palermo, diretto dal prof. D. Macaluso.

(2) Wied. Ann. 68, pag. 273, 1899.