SOPRA UN ELETTROMETRO ASSOLUTO - MISURA DEI POTENZIALI DI SCARICA

Ricerche del Dott. EMILIO PASQUINI ¹⁾.

Il potenziale di scarica per varie distanze esplosive è stato determinato da molti sperimentatori, e cioè W. Thomson ²⁾, Baille ³⁾, Paschen ⁴⁾, Bichat e Blondlot ⁵⁾, Freyberg ⁶⁾, Cardani ⁷⁾, Heydweiller ⁸⁾ Orgler ⁹⁾, ecc. ¹⁰⁾. Però le misure restarono limitate a distanze relativamente piccole: il solo Freyberg, adoperando elettrodi sferici di 1 cm. di diametro, misura il potenziale di scarica per scintille lunghe fino a 5 cm; gli altri limitano le loro ricerche a distanze esplosive inferiori ai cm. 2,2.

La determinazione della differenza di potenziale necessaria per la produzione di più lunghe scintille, fu tentata dal Mascart ¹¹⁾ con un metodo indiretto, ma confrontando i risultati del Mascart con quelli degli altri sperimentatori, per quelle distanze esplosive dove il confronto è possibile, si vede che i valori del Mascart sono notevolmente superiori a quelli ottenuti dagli altri con metodi diretti, la qual cosa lascia dubitare della precisione del processo seguito.

In queste mie ricerche servendomi di uno speciale elettrometro assoluto, l'idea del quale mi è stata suggerita dal Prof. Cardani, mi propongo di ripetere tali misure, estendendole, come ha fatto il Mascart, a grandi distanze esplosive.

1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica della R. Università di Parma, diretto dal Prof. P. Cardani, e comunicato nella riunione annuale della Società Italiana di Fisica tenutasi a Bologna nel Settembre 1901.

2) W. Thomson. *Phil. Mag.* (4), 20, p. 316, 1860.

3) Baille. *Ann. de Chim. et de Phys.* (5), p. 486, 1882.

4) Paschen. *Wied. Ann.* t. 38, p. 69-96.

5) Bichat e Blondlot. *Journal de Phys.* s. 2, t. 5, p. 457, 1886.

6) Freyberg. *Wied. Ann.* t. 38, p. 231, 1889.

7) Cardani. *Rend. Acc. dei Lincei*, v. 7, 2^o sem. fasc. 8, p. 259, 1891.

8) Heydweiller. *Wied. Ann.* 48, p. 213, 1893.

9) Orgler. *Wied. Ann.* (4), 1, p. 159, 1900.

10) Per più estese notizie bibliografiche sull'argomento vedi, p. es., il libro di O. Lehmann "Die elektrischen Lichterscheinungen", pag. 86-87.

11) Mascart. *Traité d'électricité statique*, t. 2, p. 87-99, 1876.

Descrizione e teoria dell' elettrometro.

L'elettrometro che sto per descrivere è, in ultima analisi, un elettrometro assoluto ad anello di guardia, nel quale per la determinazione della forza di attrazione F che si esercita fra il piatto fisso e il disco mobile si è ricorso all'equilibrio dei corpi galleggianti.

Un vaso cilindrico di cristallo K (v. figura) sostenuto da un robusto trepiede di ferro, contiene dell' acqua distillata e

comunica con un tubo laterale T. Al bordo del vaso è unito abbastanza solidamente un anello di legno L che è traversato, esternamente al vaso, da tre viti a scrupolo, sulle estremità delle quali si appoggia il piatto inferiore PP' dell' elettrometro funzionante da anello di guardia.

Il piatto PP' è di ottone, del diametro di cm. 24, dello spessore ai bordi di 1 cm., mentre nel resto questo non è che mm. 2,5 per non rendere il piatto molto pesante. La superficie di esso e il suo bordo sono stati ben levigati e ben torniti, e nella sua parte centrale è stata eseguita un'apertura circolare

FF' di mm. 28 di diametro. Regolando opportunamente le viti che lo sostengono, si può rendere facilmente orizzontale.

Il piatto superiore QQ' dell' elettrometro è identico a PP' e unito ad esso è un manico isolante M il quale è fissato ad un morsetto W che si può spostare su uno speciale sostegno J. Essendo il morsetto a due movimenti fra loro ortogonali, si può, con poca difficoltà, disporre il piatto QQ' parallelamente a PP'.

Il disco mobile dell' elettrometro non è altro che il piattello p di un areometro Fahrenheit BGE a volume costante che pesca nel recipiente K.

L'asticina cilindrica M che porta il piattello è di alluminio, ed è lunga dagli otto ai dieci cm. Nell'estremità E di essa havvi una piccola ghiera alla quale s' innesta un sottile filo di rame f che sostiene il piattello p , mentre l'altra estremità si può avvitare opportunamente ad un'altra ghiera posta alla sommità G del cilindro GB dell' areometro. Questa disposizione permette di poter fare il ricambio dell' asticina per sostituirla con altre di diametro differente e cambiare, come vedremo in seguito, la sensibilità dell' apparecchio.

Il disco p , ben piano e levigato, è di ottone, del diametro di mm. 25,5 e dello spessore di 0,5 mm.; al filo di rame f che lo sostiene sono unite due sottili branche metalliche cc' disposte in maniera che quando la superficie superiore di p si trova a coincidere col piano superiore dell' anello di guardia PP', le estremità di cc' vengono in contatto con la superficie inferiore di quest' ultimo; in tal modo il conduttore cc' , oltre che stabilire la comunicazione fra p e PP', impedisce l' ulteriore salita dell' areometro quando il piano di p coincide con quello di PP'.

Affinchè il piattello p rimanga continuamente centrato rispetto all' apertura circolare FF' di PP', quest' ultimo porta al disotto un anello aa' , tagliato a smusso verso il basso nel suo interno e il cui diametro è uguale alla distanza fra le due estremità di c e c' .

Infine l' asticina dell' areometro viene a trovarsi sempre fra le branche di una speciale forchetta unita all' anello, la

quale oltre che servire di guida allo strumento, serve come di arresto all' areometro stesso nel suo moto di caduta.

Un sifone I, comunicante col vaso K e munito di rubinetto, serve per toglierne l'acqua, durante le esperienze di misura.

Supponiamo ora che nel vaso si trovi tanta acqua quanta è necessaria perchè l' areometro s'inalzi all' altezza in cui il piano del piattello p coincide con quello superiore di PP' .

Elettrizziamo i due dischi QQ' e PP' e indichiamo con V_1 e V i potenziali rispettivi che assumono. Poichè p comunica con PP' per mezzo di cc' , V sarà pure il potenziale di p e quindi potremo applicare la nota formula

$$(1) \quad V_1 - V = D \sqrt{\frac{8\pi F}{S}},$$

dove D è la distanza di PP' e QQ' , supposti paralleli, S la superficie di p ed F la forza di attrazione che si esercita fra PP' e p .

Essendo D e S facilmente misurabili, l'apparecchio potrà funzionare da elettrometro assoluto se riusciremo a determinare il valore di F .

Perciò togliamo del liquido dal vaso K fino a che l' areometro non accenni a discendere: sia h lo spostamento che ha subito il livello del liquido quando avviene la caduta dell' areometro.

Evidentemente durante il periodo in cui si toglie l'acqua, l' areometro rimane aderente al piatto PP' , poichè il suo apparente aumento di peso dovuto alla parte dell' asticina che viene ad emergere, viene equilibrato dall' attrazione elettrica F che si esercita fra QQ' e p . Allorchè questo apparente aumento di peso X eguaglia F avverrà la caduta dell' areometro. Ma, essendo r il raggio dell' asticina g il valore della gravità e d la densità del liquido, si ha

$$X = \pi r^2 h d g$$

quindi

$$F = \pi r^2 h d g$$

per cui sostituendo nella (1) avremo

$$V_1 - V = \frac{rD}{R} \sqrt{8\pi g d h}$$

dove R è il raggio del piattello p .

È chiaro che lo spostamento h , sarà tanto maggiore quanto più piccoli saranno i valori di r e D ; quanto più grande sarà R . Onde si comprende come avvicinando i piatti QQ' e PP' , diminuendo r e aumentando R , si potrà aumentare, a seconda dei casi, la sensibilità dell'apparecchio.

Disposizione degli apparecchi.

Nelle esperienze per la misura dei potenziali di scarica mi sono servito, da principio, della stessa disposizione usata dal Thomson, dal Baille, dal Cardani, ecc.

Onde poter confrontare i risultati che ottenevo con quelli del Mascart il quale usò uno spinterometro a elettrodi sferici di mm. 22 di diametro, ho fatto uso di elettrodi identici a quelli da lui adoperati: mediante un movimento micrometrico poteva misurarsi con buona approssimazione la lunghezza della scintilla.

Uno degli elettrodi era unito metallicamente col piatto QQ' dell'elettrometro e coll'armatura interna di un condensatore formato da quattro bottiglie di piccola capacità disposte in cascata. L'armatura esterna dell'ultima bottiglia, l'altro elettrodo dello spinterometro, l'anello di guardia PP' e quindi il piattello p erano in comunicazione col suolo.

La batteria veniva caricata mediante una Wimshurst mossa con moto uniforme da un piccolo motore elettrico: uno speciale scaricatore, identico a quello usato dal Cardani ¹⁾, mi permetteva di regolare la dispersione elettrica e perciò la lunghezza della scintilla.

1) Cardani. Rend. Acc. dei Lincei, 2^a sem., ser. 5, fasc. 2, 1892.

Esperienze e risultati.

Dirò innanzi tutto che durante le esperienze ho tenuto sempre conto della temperatura t dell'acqua in riguardo al valore della sua densità d , che entra nella formula

$$V_1 - V = \frac{rD}{R} \sqrt{8\pi g d h}.$$

Ma tali esperienze essendo state eseguite per valori di t compresi fra 4° e 12° , eseguendo i calcoli ho potuto osservare che l'influenza, che il valore di t esercitava sul valore di $V_1 - V$, cadeva nei limiti degli errori di osservazione, per cui avendo usata acqua distillata si può ritenere $d = 1$. Ed essendo PP' nella disposizione adottata in comunicazione col suolo, la differenza di potenziale cercata è data da

$$(2) \quad V_1 = \frac{rD}{R} \sqrt{8\pi g h}$$

Per la determinazione di h ho usate tutte le precauzioni necessarie in questo genere di esperienze; fra tutte accennerò a quella principale di procurare che le superfici di QQ', p , PP' e degli elettrodi dello spinterometro rimanessero sempre perfettamente pulite.

Le esperienze procedevano nel modo seguente:

1°. stabilivo esattamente il livello del liquido nel vaso K allorchè la superficie superiore del piattello p coincideva con quella dell'anello di guardia PP';

2°. spostando la vite micrometrica dello spinterometro stabilivo la posizione dei due elettrodi per una determinata distanza esplosiva;

3°. regolando opportunamente lo scaricatore facevo in modo che il potenziale della macchina fosse inferiore di pochissimo a quello necessario a fare avvenire la scarica nello spinterometro;

4°. per mezzo del sifone I facevo uscire il liquido dal recipiente K fino a che non avvenisse la caduta dell'areometro;

5°. spostavo la vite dello spinterometro cessando non appena vi scoccasse la scintilla di cui misuravo la lunghezza ;

6°. col catetometro leggevo nel tubo T il nuovo livello che l'acqua aveva assunto nel recipiente K ; quindi rimettevo l'apparecchio nelle condizioni volute per una nuova esperienza.

Per assicurarmi della esattezza del metodo usato e della bontà dell'elettrometro innanzi tutto mi accertai se i valori del potenziale V ottenuti per una determinata lunghezza della scintilla rimanessero comparabili col variare della distanza D dei piatti PP' e QQ' e del raggio r dell'asticina : nello specchio seguente trascrivo alcuni risultati : δ rappresenta la lunghezza della scintilla, V il potenziale di scarica calcolato con la formula (2) dove per g si è preso il valore di cm. 980,3 ed $R = \text{cm. } 1,275$.

PROSPETTO I.

					$r = 1,5$			
h mm.	D cm.	r mm.	δ mm.	V unità elet.	h mm.	D cm.	δ mm.	V unità elet.
18,54	4	1,5	10	100,6	23,00	6	18,5	168
8,00	6	»	»	99,1	32,80	5	»	167,2
38,00	3	1	»	99,7				
35,70	4	1,5	13,8	139,5	45,46	5	24,3	197
62,82	3	»	»	138,8	30,78	6	»	195
					69,50	4	»	195

Dal precedente prospetto si può notare una concordanza abbastanza soddisfacente fra i diversi valori di V: le piccole differenze che vi si osservano dipendono più che altro da cause di errore inevitabili in questo genere di esperienze e alle quali accennerò in ultimo.

Assicuratomi così della bontà dello strumento e del processo seguito, ho fatte numerose serie di misure da cui estraggo i seguenti risultati.

PROSPETTO II.

δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.
2	24,1	10,7	109	20,3	179
3,1	37,9	11,8	118	21,9	186,5
4	46,3	12,5	125	23	190
5	54,8	13,8	139	24,3	195,6
6	66	15,3	150	26,3	202
7,4	76,9	16,4	157	27,2	204,5
7,8	81	17,3	164	28	207,6
9	90	18,5	167,6	30,5	217,5
10	99,5	19,3	175		

Per misurare la differenza di potenziale necessaria a produrre una scintilla di lunghezza maggiore ai mm. 30,5 dovetti usare un' altra disposizione, giacchè la prima non mi permetteva di ottenere delle scintille più lunghe. Perciò, isolato l' elettrometro, con due conduttori collegai i due elettrodi dello spinterometro ai due poli della macchina mentre gli stessi due elettrodi erano in comunicazione diretta coi due piatti PP' e QQ' dello strumento. I due poli della macchina erano uniti rispettivamente alle armature interne di due condensatori di piccola capacità disposti in cascata. Regolavo la lunghezza della scintilla aumentando o diminuendo la velocità della macchina.

Innanzitutto naturalmente, mi sono assicurato se i risultati che si avevano usando questa disposizione erano comparabili con quelli da me ottenuti con l' altra ; trascrivo qui, ad es., i risultati di tre misure eseguite con le due differenti disposizioni:

PROSPETTO III.

 $r = \text{mm. } 1,5.$

h mm.	D cm.	δ mm.	V unità elettriche	Disposizione adottata
50,56	5	28	207,6	prima
50,66	5	»	207,8	seconda
35,40	6	»	208,4	seconda

Dopo ciò ho eseguito varie serie di esperienze, i risultati di alcune delle quali sono qui riportati.

PROSPETTO IV.

δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.
28	208,1	42	248	63	288
31,8	221	44	254	65	292
33,1	226	50,5	267	67,2	295
34	229	51,5	269	73	300
35	232	54,5	275	80	306
37	237	60	283	100	327
39	242	62,5	287		

Naturalmente dei diversi valori di V ottenuti per una determinata lunghezza della scintilla, valori che, se non erano perfettamente eguali, presentavano tra loro piccolissime differenze, feci la media e quindi tracciai la curva prendendo per ascisse le distanze esplosive e per ordinate i corrispondenti valori di V: trascrivo qui sotto i valori di V ricavati da questa curva per scintille varianti di due in due e di quattro in quattro mm.

PROSPETTO V.

δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.	δ mm.	V unità elettr.
2	24,1	28	208	54	274
4	45	30	217	58	281
6	66	32	222	62	286
8	82	34	229	66	293
10	100,3	36	235	70	297
12	120	38	239	74	301
14	140	40	244	78	304
16	155	42	248	82	309
18	166	44	254	86	313
20	177	46	259	90	318
22	187	48	263	94	322
24	194	50	266	98	326
26	202			100	327

I risultati da me riferiti nei prospetti precedenti non differiscono che poco da quelli ottenuti dagli altri sperimentatori per distanze esplosive dove il confronto è possibile; soltanto come ho notato in principio havvi una notevole divergenza con quelli del Mascart.

Naturalmente una perfetta concordanza difficilmente si può ottenere in questo genere di misure a meno che non si riesca ad eliminare tutte quelle cause che, pur non apportando variazioni molto notevoli sul valore del potenziale esplosivo, in ogni modo fanno sì che esso non possa rimanere costante per una data lunghezza della scintilla.

La cosiddetta influenza del ritardo, quella della luce, studiate dall' Orgler ¹⁾ e dal Warburg ²⁾, la diversa pressione atmosferica, il differente grado di umidità ecc., sono tutti coefficienti di cui bisogna tener conto in una misura rigorosa del potenziale di scarica.

1) Orgler Mem. cit.

2) Warburg Deutch Phys. Zeit, 2°, n° 15-16, 1900.

In ogni modo i risultati che ho riportato possono essere sufficienti a dimostrare la bontà dell'elettrometro descritto, del quale ho intenzione di servirmi ancora per continuare in altre ricerche.

Dall'Istituto di Fisica della R. Università di Parma
Novembre 1901.

**CAPACITÀ DI POLARIZZAZIONE E DISSIPAZIONE DI ENERGIA DI ALCUNI VOLTAMETRI
SOTTOPOSTI A CORRENTI ALTERNATE.**

di A. FRANCHETTI.

Il presente studio, pubblicato in esteso nella « *Rivista Tecnica* » Anno I, N. 11 contiene le misure suddette, eseguite col metodo dei tre amperometri, per voltametri ad elettrodi di piombo o di ferro con elettrolito soluzione di carbonato di sodio, per voltametri ad elettrodi di nikel collo stesso elettrolito e con soluzioni di solfato di nikel e idrati di K e Na. In quest'ultimo caso furono eseguite esperienze a diverse frequenze costruendo le curve delle quantità variabili, esperienze che qui riferiamo, accennando brevemente agli altri risultati.

I voltametri a lastre di Pb e elettrolito di Na_2CO_3 saturo, a temperatura dai 10° ai 15° , presentano un minimo di capacità per un determinato valore della differenza di potenziale efficace applicata ai poli, che varia secondo la « formazione » del voltmetro tra 0,89 e 1,07 Volts. In tali condizioni la capacità per cm^2 di elettrodo, considerando il voltmetro come costituente due condensatori in cascata, varia da 530 a 290 microfarad; l'anticipo di fase della corrente sulla diff. di pot. ai poli da 48° a 58° ; l'aumento della resistenza $\left[\frac{\text{energia dissipata}}{(\text{intensità di corrente})^2} \right]$ sulla resistenza dell'elettrolito arriva fino a 3 volte il valore di quest'ultima. I voltametri collo stesso elettrolito ed elettrodi ferro, hanno invece una resistenza di poco superiore a quella