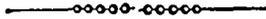


il prolungamento del suolo ( la quale ipotesi non si dovrebbe allontanare di molto dal vero ) si trova per l'effetto di questa zona il valore di  $0^{\circ},06$ .

Segue dall'insieme del fin qui esposto, che a Torre Paterno si deve verificare una deviazione del filo a piombo di  $0^{\circ},24$ , per l'effetto di una zona rettangolare intorno a questa stazione, la di cui area non supera i 91 chilometri quadrati .



SOPRA LA DISTRIBUZIONE DELLA ELETTRICITA' NEI GAZ;  
DEL D. E. VARBURG.

( *Poggendorff's Annalen* 1872\_Band.\_CXLV )

(Traduz. del Prof. A. P.)

La lenta perdita di elettricità da conduttori carichi, che sono attaccati ad isolatori fissi e circondati dall'aria, dipende secondo Coulomb in generale da una doppia causa.

Primieramente dalla imperfezione della proprietà isolante dei sostegni fissi sopra la superficie dei quali la elettricità trova una via di efflusso. In secondo luogo vien tolta al corpo parte della sua carica per l'aria, mentre le particelle d'aria che toccano il corpo si elettrizzano, vengono respinte, e fanno posto a nuove particelle non elettrizzate, le quali subiscono la medesima influenza.

Secondo Coulomb i migliori isolatori isolano completamente per le densità che non oltrepassano un certo limite: questo limite è differente a seconda del potere d'isolamento. Con le più piccole densità rimane solamente la perdita per l'aria, per la quale sussiste la legge semplice:

che il tempo alla fine del quale la carica è ridotta ad una parte aliquota della sua grandezza, ha un valore costante.

Se rappresenta  $Q$  la quantità d' elettricità sopra il conduttore al tempo  $t$ ,  $Q_0$  il di lei valore al tempo zero, secondo la legge di Coulomb :

$$Q = Q_0 e^{-\frac{1}{2p} t}$$

dove  $e$  indica la base dei logaritmi naturali, e  $2p$  il tempo alla fine del quale una carica  $Q$  vien ridotta ad  $\frac{1}{e} Q$ .

Secondo Riess (1) si trova  $\frac{1}{p}$ , nella bilancia di torsione, tanto più piccolo per quanto più è grande la quantità d' elettricità nella bilancia; il che dipende secondo lui dalla elettrizzazione della quantità di aria rinchiusa nella bilancia.

Ulteriori esperimenti sulla lenta perdita della elettricità, e specialmente nell' aria umida, vennero intrapresi dal Dellemann (2). Finalmente Matteucci (3) ha esaminato la perdita della elettricità in alcuni gaz disseccati specialmente, cioè nell' acido carbonico, nell' aria e nell' idrogeno. Secondo Matteucci essa è eguale in tutti i gaz.

Il medesimo osservatore indica che delle deboli cariche nell' aria ad una pressione da  $1^{\text{mm}}$  fino a  $1^{\text{mm}},2$ , si conservano per alcuni giorni.

Quella porzione della perdita di elettricità di un corpo carico, la quale non proviene dal di lui isolatore d' appoggio, deve esser designata in seguito come proveniente dalla dispersione della elettricità. ( Vedi Riess, *Doltrina della elettricità* 15 107 ).

(1) Pogg. Ann. Bd. 71, § 559 ff. *Electricitätslehre*.

(2) *Ueber di Gesetzmässigkeit und die Theorie des Electricitätsverlustes*. Kreuznach. 1864.

(3) *Comptes Rendus*, XXV, p. 244. XXVIII p. 508 « nei CRXXV vien detto la perdita di elettricità nell' idrogeno esser di qualche cosa più piccola che nell' acido carbonico e l' aria; ma nei CR. XXVIII vien ritirata quella proposizione.

Mi sembrò importante per la teoria della elettricità atmosferica, il sapere in qual maniera la dispersione della elettricità dipenda dalla densità dell'aria. Di più, degli esperimenti con diversi gaz sembravano promettere schiarimenti sopra il meccanismo del procedimento in discorso.

I risultati di una ricerca da me fatta in questa direzione sono mentovati insieme nella conclusione di questa memoria. Gli esperimenti furono in generale fatti con il metodo di Coulomb, osservando la decrescenza della forza repulsiva che esercitavano due dischi metallici uguali ed elettrizzati di egual nomé l'uno su l'altro a distanza costante, in una bilancia angolare.

*Descrizione della bilancia angolare adoperata  
nelle presenti ricerche.*

La bilancia angolare, che ho messa a profitto per questi esperimenti è costruita nel modo seguente.

Primieramente la capacità interna della bilancia poteva essere chiusa ermeticamente rispetto all'aria atmosferica esterna, e riempita di un gaz qualunque, del quale un manometro mostrava la pressione.

Inoltre si fece sentire la necessità di estendere gli esperimenti per un molto lungo intervallo di tempo. Sotto queste circostanze si vide che la forza di torsione di fili metallici, come pure di fili di cristallo, era del tutto inabile alle misure, per motivo della influenza della torsione posteriore. Fu quindi messa a profitto la forza direttrice di una sospensione bifilare, la quale ultima veramente è alquanto incomoda nel maneggio, ma fornisce risultati sicuri.

Lo stato elettrico dei piani di vetro nella vicinanza dei quali si trovano corpi elettrizzati, è in generale variabile. Per evitarne la influenza fu rivestito l'interno delle pareti di cristallo della bilancia, con lamine metalliche, le quali tutte a vicenda e con il suolo stavano in comunicazione.

La posizione dell'asta della bilancia era osservata per mezzo di uno specchio di lettura.

In particolare le seguenti cose sono da avvertire. Il vaso della bilancia è di cristallo cilindrico, di 125 mill. d'altezza e 180 mill. di diametro interno; ed è solidamente unito ad un piede di legno che riposa sopra tre viti calanti. Sulla base del vaso è steso un disco di lamiera stagnata; ed intorno alle pareti laterali è stesa una lamina dello stesso metallo. Il coperchio è di cristallo da specchio, grosso 8 mill. e rinforzato all'esterno da un disco d'ottone di 3 mill. di grossezza, e da costole d'ottone; l'orlo del coperchio è aggiustato in piano all'orlo del vaso. Il tubo di cristallo della bilancia è lungo 560 mill. ed è unito al coperchio. Esso porta nell'interno, infilato strettamente, un tubo di latta di 100 mill. di lunghezza, il quale porta un disco di latta che copre il piano inferiore del coperchio. Solamente un foro chiuso da un cristallo piano a facce parallele, attraverso il quale passa una piccola asta conduttrice, Z, rimane libero nel vaso dal rivestimento metallico. La sospensione bifilare consiste di due fili di bozzolo non attorti, che sono con le loro estremità superiori masticiati ad un pezzo di legno, il quale per mezzo di un filo può venir girato intorno l'asse del tubo, su cui è fissato. In tal modo può girarsi di un angolo qualunque, che vien misurato da un indice che scorre sopra un piccolo cerchio concentrico al tubo, la linea di unione dei punti superiori di sospensione.

Un pezzetto di legno, al quale sono attaccati gli estremi inferiori dei fili porta l'asta della bilancia, formata di gomma lacca, ad un braccio della quale è attaccato un disco d'ottone mobile della bilancia. Il diametro di questo disco è di 17 mill. Al medesimo sta dicontra un egual disco, sostenuto da una bacchetta di gomma lacca, che è fissata alla parete verticale del vaso. Nel mezzo dell'asta della bilancia è attaccato verticalmente uno specchio piano argentato, la cui posizione viene osservata per mezzo di una scala e di un cannocchiale. I movimenti dell'asta della bilancia son limitati, da un lato dal disco fisso, e dall'altro lato da un filo di rame. Ad elettrizzare i dischi serve l'asta di ottone che chiamammo Z, di 2<sup>mm</sup>,5 di grossezza scorrevole e girevole nel col-

lare che chiude il foro della parete, da cui passa. La porzione che rimane dentro la bilancia è piegata ad angolo, e termina in una palla d'ottone. Così spingendo e girando la parte esterna di Z, quella pallina vien portata in contatto col disco fisso; e il disco mobile girevole vien serrato addosso al fisso, girando la linea di unione dei fili di sospensione. Così ambidue i dischi vengono insieme elettrizzati dal conduttore Z. Dopo tirato indietro quest'ultimo, si portano i dischi un'altra volta in contatto, per ottenere una elettrizzazione il più possibile eguale in essi. Girando Z la sua pallina viene a toccare il fondo della bilancia ponendosi in comunicazione con la terra. Con l'aiuto di un poco di grasso, e d'olio, la bilancia vien resa a tenuta d'aria in tutte le sue parti. La diminuzione della carica fu sperimentata secondo il metodo di Coulomb, cioè con un allontanamento costante dei dischi; ed infatti l'asta della bilancia fu sempre portata in quella medesima posizione che occupava quando i dischi non erano elettrizzati.

Siano per una medesima distanza dei dischi  $Q_0$  e  $Q_0'$ ,  $Q_1$  e  $Q_1'$ ,  $Q_2$  e  $Q_2'$  le quantità d'elettricità sopra i medesimi ai tempi  $t_1$ ,  $t_2$ , si avrà accettando la legge di Coulomb:

$$Q_1 = Q_0 e^{-\frac{1}{2p} t_1} \quad Q_1' = Q_0' e^{-\frac{1}{2p} t_1}$$

$$Q_2 = Q_0 e^{-\frac{1}{2p} t_2} \quad Q_2' = Q_0' e^{-\frac{1}{2p} t_2}$$

Siano inoltre  $\theta_1$  e  $\theta_2$  gli angoli dei quali è girata la linea di unione dei punti di sospensione superiori, nei tempi  $t_1$  e  $t_2$ , e si avrà:

$$\Lambda \operatorname{sen} \theta_1 = Q_1 Q_1' = Q_0 Q_0' e^{-\frac{1}{p} t_1}$$

$$\Lambda \operatorname{sen} \theta_2 = Q_2 Q_2' = Q_0 Q_0' e^{-\frac{1}{p} t_2}$$

$$\frac{\operatorname{sen} \theta_2}{\operatorname{sen} \theta_1} = e^{-\frac{1}{p}(t_2 - t_1)}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{\log \operatorname{sen} \theta_1 - \log \operatorname{sen} \theta_2}{(t_2 - t_1) \log e}$$

dove  $t_1$ ,  $t_2$ ,  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  vengono osservati. Allora sussistendo la legge di Coulomb, occorre che  $\frac{1}{p}$  risulti costante. Come unità di tempo è preso il minuto.  $\theta_2 - \theta_1$  fu sempre prossimamente preso uguale a  $5^\circ$ ; il vero valore angolare per ognuno dei  $5^\circ$  del cerchio diviso dal meccanico era investigato, determinando il corrispettivo giro di uno specchio piano verticale unito al disco per mezzo di lettura nello specchio.

La grandezza  $\frac{1}{p}$  è in seguito denominata coefficiente di perdita; la porzione della medesima che proviene dalla dispersione nell'aria, coefficiente di dispersione.

## 2. Grandezza e durata della perdita di carica che proviene dall'elettrizzarsi degli appoggi solidi.

Quando cominciai i miei esperimenti non riusciva assolutamente ad ottenere numeri costanti. In generale trovava confermato il risultato del Riess, che il coefficiente di perdita  $\frac{1}{p}$  risulta tanto più piccolo quanto più grande è la quantità di elettricità che si trova nella bilancia. Ma ulteriormente si ottenne, quando le asticelle di gomma lacca eran nuove, un coefficiente di perdita molto più forte, che quando le medesime erano divenute elettriche per esperimenti di poco precedenti. Essendo sempre nella bilancia gaz disseccati non poteva essere stata sensibilmente mutata la superficie della gomma lacca durante le esperienze.

Risulta in conclusione che da primo pel divenire elettrizzate delle asticelle primieramente non elettrizzate vien prodotta una diminuzione della carica molto più grande, che per la dispersione nell'aria; che ulteriormente l'elet-

trizzamento dura parecchie ore in diminuzione molto sensibilmente forte, perciò si ottengono differenti valori del  $p$ , secondo la grandezza dell'intervallo di tempo che separa l'istante della elettrizzazione da quello della misura; ma che quando questo intervallo di tempo è divenuto assai grande un ulteriore aumento del medesimo non apporta più alcun ulteriore cambiamento di  $p$ , e per questa grandezza con eguali condizioni dei gaz che riempiono la bilancia ed eguali posizioni del disco si ottengono valori che nei limiti degli esperimenti sono indipendenti dalla quantità di elettricità che si trova nella bilancia.

Per prova di quest'asserzione da parecchi esperimenti io riporto i seguenti:

*Il dì 8 Gennaio.* — La bilancia è ripiena di acido carbonico secco; l'asta di gomma lacca non elettrizzata; i dischi elettrizzati a 6 ore.

Tempo	$\theta$	$p$
7 <sup>h</sup> , 10 <sup>m</sup>	7°, 44'	»
7, 20	62, 44	248
7, 37	58, 8	373
7, 58	53, 20	367
8, 27	48, 26	416

I dischi furono adesso scaricati e subito nuovamente caricati con una tal quantità di elettricità, che alla mattina del 9 Gennaio si potesse incominciare la valutazione della grandezza  $p$ . Il medesimo al 10 ed 11 Gennaio, I dischi non istavano mai scarichi oltre di un'ora.

$\theta$	$p$		
	9 Gennaio	10 Gennaio	11 Gennaio
67°, 44'			
62, 44	1017		900
58, 8	1031		980
53, 20	1033		1010
48, 26	977		
43, 38	1001	1273	
39	1075	1151	
34, 5	1000	1092	
29, 21	1000		

La perdita d' elettricità vien trovata una, due fino a quattro volte più grande quando le asticelle di gomma lacca son fresche che quando esse per un lungo tempo sono state in contatto con i dischi elettrizzati; inoltre  $p$  vien trovato costante quando l'istante della elettrizzazione è disgiunto da quello della misura da 7 ore o più a lungo. Le oscillazioni nel valore della grandezza  $p$  nei tre giorni d'osservazione sono per verità maggiori degli errori d'osservazione, ma irregolari. Sembrano esser derivate da una piccola mutabilità dello stato elettrico delle asticelle.

È stato detto in precedenza che la grande perdita di carica con fresche asticelle di gomma lacca provenga dall' elettrizzarsi delle medesime. Si potrebbero in contrario fare diverse obiezioni.

Riess che pel primo ha fatto attenzione alla variabilità dei  $p$  nella bilancia angolare, ritiene la connessione di una più piccola perdita d' elettricità con una più grande quantità d' elettricità provenir da ciò, che l'aria rinchiusa nella bilancia, in proporzione della carica dei dischi (o sfere) sia elettrizzata più o meno fortemente, e la medesima tanto me-

no attragga l' elettricità, quanto più fortemente essa sia elettrizzata di egual nome. Si potrebbe perciò la grandezza di  $p$  ottenuta il 9 e 10 gennaio con questo spiegare che la massa del gaz della bilancia sia stata esposta all' azione dei dischi elettrizzati durante l' intera notte. Questa veduta trova qui la sua confutazione nel fatto, che quando nell' altra mattina si rinnova il gaz, vien trovato il medesimo valore di  $p$ .

Si potrebbe anche pensare che con l' uso degli appoggi venga diminuito il loro potere conduttore. Ma un cilindro fresco di gomma lacca del quale un estremo sia attaccato ad uno dei dischi, e l' altro estremo sbocchi nell' aria, ha nella perdita della carica la medesima influenza, che un fresco appoggio di gomma lacca del quale l' altro estremo sia in comunicazione col suolo. In una esperienza con freschi appoggi nell' aria secca venne trovato  $p = 545$ . Il coperchio fu tosto levato, e rimesso dopo un quarto d' ora, e l' apparato di nuovo riempito con aria secca. Con la medesima carica si ottenne  $p = 718$ . La medesima operazione fu tosto ripetuta, ma prima che il coperchio venisse di nuovo collocato, si attaccarono al disco fisso due freschi cilindri di gomma lacca i quali erano immersi nell' aria. Allora si trovò  $p = 416$ . Qui non può esser parola di una uscita della elettricità per gli stili. Quando una volta gli stili erano divenuti abbastanza elettrici non producevano alcun considerevol influsso sul valore di  $p$ .

Si potrebbe finalmente presumere che una parte sensibile della forza repulsiva osservata provenisse dalla repulsione delle aste di gomma lacca elettrizzate di egual nome del sostegno fisso e dell' asta, e questa parte diminuisca col tempo solamente poco. Questa obbiezione vien da ciò confutata che subito dopo lo scaricamento dei dischi l' asta prende quella medesima posizione d' equilibrio che gli conferisce la forza direttrice della sospensione bifilare.

La cagione delle rapide perdite di carica con le aste non elettriche deve quindi esser ricercata soltanto nel divenire elettriche le aste. Questo divenire elettriche apparisce procedere in doppia guisa. Primieramente una data quantità di elettricità si spande adagio sopra la superficie della gomma lacca. Secondariamente per la carica dei dischi gli appoggi

vengon messi nel medesimo stato che lo strato intermediario isolante del quadro di Franklin per le cariche delle armature. In fatti le condizioni della formazione dei residui sono qualitativamente dimostrate con l'esecuzione delle esperienze; e si osserva dopo lo scaricamento dei dischi che i medesimi lentamente di nuovo riprendono una se anche debole carica.

Riserbandomi una più esatta ricerca di queste condizioni ad un prossimo lavoro, rammento qui ancora che la diminuzione della carica per l'elettrizzazione degli appoggi entro di un lungo intervallo di tempo prossimamente segue la legge data dal Coulomb per le perdite nell'aria.

Quando gli appoggi siano stati sì a lungo esposti all'influenza dei dischi elettrizzati che per la continuazione di quest'influsso il valore di  $p$  non cambi ulteriormente, io designerò lo stato degli appoggi come stato saturo (1). Dopo le riferite esperienze, esperimenti con sostegni saturi nella bilancia danno valori di  $p$ , che sono indipendenti dalla quantità d'elettricità che si trova nella bilancia, e per eguali posizioni dei dischi elettrizzati nella bilancia possono soltanto ancora dipendere dalla natura e densità del gaz chiuso nella bilancia.

Adesso si può dimostrare, che al minimo  $\frac{1}{3}$  di questa perdita costante di carica provengono dalla dispersione della elettricità entro il gaz; poichè se si diminuisce la densità dell'aria nella bilancia a 70 mill., allora si trova la perdita di carica  $\left(\frac{1}{p}\right)$  diminuita ad  $\frac{1}{3}$  del suo valore.

Tuttavia non si può dai numeri ottenuti concludere del valore assoluto della dispersione, che la carica dei dischi subirebbe, quando i medesimi liberi si libressero in un grande spazio d'aria ed in gran distanza dagli altri conduttori. Già Riess fa attenzione sopra l'azione disturbatrice delle pareti vicine della bilancia, inoltre i due dischi sembrano influire fra loro a vicenda e finalmente è possibile che lo stato elet-

(1) Non voglio con ciò sostenere che in questo stato non abbia più luogo alcuna perdita di elettricità per influenza degli appoggi.

trico delle asticciuole modifichi sensibilmente la dispersione nell'aria.

Pertanto fin dove giungono le mie esperienze,  $p$  cresce con l'allontanamento dei dischi, ma per variare sufficientemente gli esperimenti in riguardo a questi punti non era grande abbastanza lo spazio nella bilancia. Rispetto ai valori assoluti dei numeri investigati è solamente da rammentare che con una condizione dell'aria, con la quale Coulomb tro-

vò  $\frac{1}{p} = \frac{1}{4}$ , fino ad  $\frac{1}{100}$ , nelle esperienze seguenti si ot-

tenne  $\frac{1}{p} = \frac{1}{1000}$ .

Invece si può dai numeri ottenuti apparentemente concludere sopra la relativa grandezza della dispersione nei gaz di differente natura e densità; quando in due esperimenti che per niente altro differiscono che per la varia natura dei gaz che riempiono la bilancia, si trovano valori di  $\frac{1}{p}$  che stian fra loro come 1 a 2, si concluderà che nell'uno l'elettricità ha sofferto una dispersione almeno il doppio tanto forte che nell'altro. Se questa conclusione sia senza altro da estendere ad un più grande spazio d'aria, non ardisco ancora di decidere; in favore parla la circostanza, che il rapporto dei coefficienti di perdita con le varie densità dell'aria venne trovato indipendente dalla distanza dei dischi.

Voglio adesso ancora dimostrare con un esempio che gli esperimenti con gli appoggi non saturi come fin qui sono stati fatti non danno alcuna sufficiente conclusione nemmeno sopra la grandezza relativa delle dispersioni. Essendo valutata la grandezza  $p$  nell'aria di 120 mill. di pressione con appoggi non elettrizzati si trovava:

0	
67°, 44'	
62, 46	620
58, 8	966

Dopo aver introdotta l'aria secca fino alla pressione di 760 mill.

$\theta$	
58°, 8'	
53, 20	683

Secondo esperienze con asticciolate sature venne trovato nell'aria con 760 mill. di pressione  $p = 1200$ , e con 135 mill.  $p = 2400$  (in paragone al di sotto fra 3 e 4).

I fatti e le considerazioni descritte hanno avuto per risultato: che esperienze con appoggi saturi danno valori costanti del coefficiente di perdita, e danno schiarimento circa ai relativi coefficienti di dispersione di varii gaz; che pel contrario esperienze con appoggi non saturi non sono in caso di dare sufficienti conclusioni circa a questi valori.

### 3. *Dipendenza del coefficiente di dispersione di gaz secchi dalla loro densità e natura.*

La seguente tabella contiene senza scelta i valori di  $\gamma$  che sono stati ottenuti con la medesima posizione dei dischi nella bilancia per l'aria atmosferica disseccata, l'acido carbonico e l'idrogeno. La distanza dei dischi dalla più vicina parete era 28 mill. la distanza dei dischi l'uno dall'altro, all'incirca 30 mill. La temperatura era quella di stanza riscaldata, 18° centigradi; con una pressione di circa 50 mill. e con  $\theta = 45^\circ$  cominciò a defluire l'elettricità.

I freschi appoggi furono saturati, tenendoli in contatto da primo per lo spazio di due ore con i dischi elettrizzati; di poi questi ultimi furono scaricati, e di nuovo subito elettrizzati; e non si trovarono per l'avvenire in istato non elettrico mai più a lungo di un'ora. Gli esperimenti pel giorno seguente furono ciascuna volta preparati nel precedente, perciocchè fra 10 e 12 ore della sera era impartita ai dischi una tal quantità di elettricità che nella mattina prossima si potessero incominciar le misure. Per riempire la

bilancia di gaz secco, la medesima fu per cinque volte vuotata con la pompa, e dopo l'evacuazione introdotto il rispettivo gaz. Tutti i gaz percorrevano prima di entrare nella bilancia cinque tubi di cristallo di 500 mill. di lunghezza, dei quali il primo conteneva perle di cristallo bagnate d'acqua, i quattro seguenti d'acido solforico. Il gaz idrogeno fu inoltre lavato con soluzione di potassa. L'acido carbonico fu ricavato dal marmo ed acido idroclorico diluito. La prima colonna contiene i valori di  $\theta$  con i quali fu sperimentato, la seconda gl'inversi valori dei coefficienti di perdita (il tempo in minuti alla fine dei quali la forza repulsiva dei dischi fu ridotta da A ad  $\frac{A}{e}$ ). Venne impiegata elettricità negativa.

## Acido carbonico

$\theta$	Pressione 760 <sup>mm</sup>			$\theta$	Pr. 380 <sup>mm</sup>	$\theta$	Pr. 80 <sup>mm</sup>
	$p$	$p$	$p$		$p$		$p$
	9 Gennaio	10 Genn.	11 Genn.		20 Genn.		27 Dec.
67°,44'				48°,26'		43°,38'	
62,44	1017			43,38	1666	37,54	2645
58,8	1031			39	1730	30,27	2682
53,20	1033		900	34,5	1603		
48,26	977		980	29,21	1504		
43,38	1001		1010				
39	1075	1273					
34,5	1000	1151					
29,21	1000	1092					

Aria atmosferica

θ	Pressione 760 <sup>mm</sup>				θ	Pr. 380 <sup>mm</sup>	θ	Pr. 80 <sup>mm</sup>
	p	p	p	p		p		p
	30 Dec.	12 Gen.	13 Gen.	21 Gen.		17 Gen.		30 Dec.
58°, 8'					62°, 44'		32°, 5'	
53, 20			1050	1155	58, 8	1756	30, 25	3441
48, 26	1020		1036	1178	53, 20	1768		
43, 38	1063	1092	1091	1051	48, 26	1681		
39		1038			43, 38	1811		
34, 5		1086			39	1819		
					34, 5	1733		

Idrogeno

θ	Pressione 760 <sup>mm</sup>			θ	Press. 380 <sup>mm</sup>
	p	p	p		p
	31 Dicembre	15 Gennaio	1 Gennaio		1 Gennaio
67°, 44'				53°, 20'	
62, 44	2060	2506	2060	48, 26	3721
58, 8	2282	2874			
53, 20	2310	2804	2249		
48, 26		2773			
43, 38		2608	2163		

Le oscillazioni nei valori dei p con eguali condizioni del gas che riempie la bilancia son ben principalmente da attribuire ad oscillazioni nello stato elettrico degli isolatori solidi. Specialmente la serie di osservazioni del 9 Gennaio (acido carbonico), la quale comprende un intervallo di tempo di sopra 10 ore dimostra con particolare evidenza che

il decrescimento della carica procede secondo la legge di Coulomb.

Il confronto dei valori di  $p$  ottenuti in gaz di natura e densità diversa dà occasione alle seguenti osservazioni.

1. Si potrebbe congetturare che le importanti differenze che questi valori indicano, sian fondate in ciò, che abbia subito cambiamenti uno strato gassoso assorbito alla superficie della gomma lacca. In contrario parla fra le altre cose la circostanza che sono stati ottenuti valori dei  $p$  sensibilmente eguali nell'acido carbonico e nell'aria. Si può da ciò concludere, che le differenze in discorso provengono da una diversa dispersione della elettricità entro i differenti mezzi che riempiono la bilancia.

2. Nell'aria con 70 mill. di pressione si trova  $p$  tre volte tanto grande che nell'aria con 760 mill. Il più grande  $p$  (3700) si trova nell'idrogeno con 380 mill. di pressione. Da ciò consegue che almeno circa  $\frac{2}{3}$  dei  $p$  trovati nell'aria di consueta densità sono da ascriversi alla dispersione. L'origine del rimanente terzo rimane indeterminata.

Consegue ancora che la carica per la dispersione in aria di 760 mill. di pressione ha sofferto una perdita almeno tre volte tanto grande che nell'aria di 70 mill. di pressione.

Inoltre la dispersione nell'aria di una mezza atmosfera di pressione vien trovata già considerevolmente più piccola che nell'aria della ordinaria densità, ed è (Vedi la sottostante tabella al n. 5) con 135 mill. circa la metà così grande che con 760 mill. di pressione (1).

3. Nell'aria e l'acido carbonico la dispersione si è prodotta quasi eguale, nell'idrogeno presso la metà tanto grande che in quei due gaz.

(1) Quello che io ho ritrovato in precedenti ricerche sopra questo soggetto sono in primo luogo le esperienze del Riess (*Corso d'elettricità* p. 45; Rep. del Dove II, 15), dalle quali il medesimo conclude, che una pressione di 28 pollici di colonna di mercurio sopra le molecole elettriche non impedisce affatto la dispersione niente più che una pressione di tre linee; in secondo luogo l'osservazione del Matteucci (*Comptes Rendus* XXV p. 554 ff.) che nell'aria da  $1^{\text{mm}}$  a  $1^{\text{mm}}$ , di pressione le deboli cariche si conservano parecchi giorni.

Pel giudizio di questi risultati deve essere osservato, che nei gaz che riempivano la bilancia, senza dubbio nuotavano piccole particelle solide, le quali potevano apportare per i dischi una perdita di elettricità indipendente dal gaz ad esse circostanti. Tali particelle di polvere voleranno verso i dischi, esse hanno preso una carica, di nuovo verranno respinte, sottrarranno così ai dischi una parte della loro carica (Faraday *Exp. Res.* Vol. I, §§ 1562 fin. 67, 1624). La perdita d'elettricità proveniente da queste particelle dipenderà fra altro dalla loro natura, grandezza, forma e dal numero di tali particelle nell'unità dello spazio. Ma queste proporzioni cambieranno quando verrà cambiata la natura e la densità dei gaz.

Se si conducono differenti gaz impregnati di una nuvola di sal ammoniaco in un pallone di cristallo, il quale si chiuda dopo che esso si sia riempito del gaz nebuloso, si osserverà così che la nuvola nell'idrogeno cade considerevolmente più veloce che nell'aria e nell'acido carbonico; inoltre tanto più veloce quanto l'aria nel pallone sia più rarefatta (1).

In conseguenza è da presupporre che nell'aria rarefatta nuolino particelle meno solide che nell'aria di consueta densità, e che le medesime esistano in minor numero e grossezza nell'idrogeno, che nell'aria e nell'acido carbonico. Da questa ragione apparisce supponibile che le osservate mutazioni dei  $p$  con i cambiamenti della natura e densità del mezzo gazzoso nella bilancia provenissero dal cambiamento della polvere sostenuta.

Malgrado molte fatiche non son riuscito a trovare un esperimento decisivo in pro o contro questa veduta. Con

(1) Secondo Stokes (*Cambr. Trans* Vol. IX) la velocità finale di una piccola sfera cadente nell'aria è  $v = \frac{2g}{9\mu} \left( \frac{\sigma}{\rho} - 1 \right) a^2$  dove  $a$  significa il raggio della sfera,  $\sigma$  la di lei densità,  $\rho$  la densità dell'aria,  $\mu$  la costante dell'interno attrito nell'aria. Se la sfera è di sostanza solida allora si può trascurare 1 rispetto  $\frac{\sigma}{\rho}$  ed ottenere  $v = \frac{2}{9} \frac{g\sigma a^2}{\mu}$ . Secondo Maxwell e Mager  $\mu$  è indipendente dalla densità dell'aria onde il medesimo varrebbe per  $v$ .

l'impiego di aria il più possibile libera di polvere (depurata attraverso i cinque tubi descritti) ottenni a dir vero prossimamente il medesimo valore del  $p$ , che con l'uso d'aria della stanza polverosa, non disseccata. Pertanto non venne affatto remossa l'originaria polvere esistente nella bilancia malgrado l'accurato pulire col pompare ripetutamente l'aria ed introdurre gaz libero di polvere secondo Wild (1).

Che generalmente nuotino nella bilancia particelle solide apparisce mostrare la seguente circostanza.

Se si porti l'aria o l'acido carbonico dalla pressione di un'atmosfera alla pressione di mezza atmosfera, allora così si trova la dispersione non subito diminuita a quel valore che si riceve quando il gaz diradato è stato più lungo tempo nella bilancia (2).

Ciò sembra indicare un graduato cadere delle particelle solide. Con più forti rarefazioni subito si stabilisce un valore costante. Se si rarefa (finchè segue l'efflusso della elettricità) allora avviene che questo non subentra subito allorchè la rarefazione occorrente è stabilita, ma al solito soltanto dopo alcuni minuti. Lo scaricamento apparisce essere stato occasionato per mezzo di una particella di polvere che per caso passava vicino svolazzando (Faraday *Exp. Res.* Vol. I. §. 1391 fino 92).

Se nelle comunicate esperienze sulla dispersione la polvere non ha giocato una essenzial parte, secondo le medesime diminuisce lo stesso potere dispersivo dei gaz con la loro densità e per l'idrogeno è più piccolo che per l'aria e l'acido carbonico. Siccome la distanza esplosiva nell'aria rarefatta e nell'idrogeno della consueta densità è più grande che nell'aria di 760 mill. di pressione, così si dovrebbe inoltre supporre che la capacità dei gaz di disperdere lentamente l'elettricità completamente dipenda da tutt'altra proprietà che la loro capacità di permettere il passaggio alle scariche elettriche.

(1) *Pogg. Ann.* 155. 105.

(2) Negli esperimenti della precedente tabella il gaz diradato era rimasto nella bilancia durante la notte.

b. Il coefficiente di dispersione è uguale per la elettricità positiva e la negativa (1).

Nelle esperienze intraprese sopra questo soggetto la distanza dei dischi era alquanto più grande che nelle precedenti. Con ciò si spiegano i valori assoluti alquanto più grossi del coefficiente  $p$ .

### Aria atmosferica

Elettricità negativa		Elettricità positiva	
$\theta$	$p$		
48°,26'		53°,20'	
43,38	1272	48,26	1207
39	1259	43,38	1272
29,21	1220	39	1300

### Idrogeno. Elettricità positiva

Pressione 760 <sup>mm</sup>		Pressione 380 <sup>mm</sup>	
07°,44'		48°,26'	
58,8	2853	43,38	3831
48,26	2785		

(1) Riscontra Biot, *Traité de phys. exp. et math.* II, 250 Uno 58.

5. *Dispersione nell'aria umida.*

## 1. Febbraio

Aria dissecata			Aria della stanza non dissecata		
$\theta$	$p$	Pressione	$\theta$	$p$	Pressione
43°, 38'			34°, 5'		
39	1270	760 <sup>mm</sup>	29, 21	1075	760 <sup>mm</sup>
34, 5	2457	135			

## 6 Febbraio

Aria dissecata		Aria della stanza non dissecata	
$\theta$	$p$	$\theta$	$p$
67°, 44'		58°, 8'	
62, 44	1191	53, 20	648
58, 8	1228	48, 26	761
		39	1069
		34, 5	1069

L'aria è stata condotta attraverso ad un tubo di vetro di 500 mill. di lunghezza ripieno di perle di cristallo bagnate.

## 7 Febbraio

$\theta$	$p$
39°	
34, 5'	1000
29, 21	957

Come al 6 Febbraio l'aria non asciugata venne introdotta,  $p$  discese da 1228 a 648 e salì fino a 1060 ( $\theta = 39^\circ$ ) da dove non cambiò ulteriormente. Del resto nell'aria umida con asticelle sature  $p$  vien trovato soltanto molto poco più piccolo che nella secca.

Già Munch da Roseuschöld (1) ha sostenuto in base di altre esperienze, che l'aria umida non disperda l'elettricità più fortemente che la secca. Frattanto gli esperimenti di lui non sono stati considerati come provanti.

Agli esperimenti qui presentati sta per verità in opposizione l'autorità di Coulomb il quale con 87 dell'igrometro a capello ottenne un coefficiente di perdita circa cinque volte tanto grande che con  $69^\circ$ , ed accrisse questa differenza al vapor d'acqua presente nell'aria. Ma primieramente Coulomb ha sperimentato con appoggi non elettrici; inoltre esso stesso trovò, che un cambiamento nello stato dell'igrometro non apporta subito un cambiamento nella dispersione. Così per esempio in un giorno che l'igrometro variò da  $8^\circ$  a  $10^\circ$  nel senso della diminuzione della umidità trovò Coulomb  $\frac{1}{p} = \frac{1}{50}$  e soltanto alcuni giorni dopo con il medesimo stato dell'igrometro  $= \frac{1}{100}$ .

Ciò vien spiegato con una certa maniera d'aderenza fra il vapor d'acqua e l'aria, cosa che oggidì non può lasciarsi passare. Anche Riess (2) dice che talvolta trova la dispersione cambiata in modo opposto a quello che si sarebbe aspettato secondo lo stato igrometrico dell'aria.

I risultati di questa ricerca sono i seguenti:

La perdita d'elettricità di un corpo carico per influenza della sua asta isolatrice, fino a che l'isolatore non è divenuto elettrico ad un certo grado, è proporzionalmente grande, ma

(1) Pogg. Ann. 51, 455 ff.

(2) Riess, *Elektricitätslehre*, I, p. 117.

si avvicina col decorrere del tempo ad un piccolo valore costante, che da primo raggiunge in parecchie ore.

Si considera l'isolatore come un cattivo conduttore, così primieramente per una forte diminuzione del potenziale prenderà luogo nel medesimo un proporzionalmente considerevole deflusso di elettricità, per una debole diminuzione, che corrisponde allo stato stazionario, uno proporzionalmente non considerevole. Gli esperimenti sopra la dispersione della elettricità nei gaz devono essere preparati con lo stato stazionario (saturato) delle asticelle.

Per cilindri di gomma tacca di 4 mill. di diametro e 20 mill. di lunghezza, ai quali siano attaccati dischi metallici di 17 mill. di diametro, in vicinanza dello stato non elettrico la perdita per l'asticella è grande rispetto alla perdita per l'aria, nello stato stazionario la perdita per l'asticella è piccola rispetto alla perdita per l'aria (con 760 mill. di pressione). Da ciò proviene la possibilità di separare le due perdite nelle misure.

2. La dispersione della elettricità nei gaz procede secondo la legge di Coulomb.

3. La dispersione è trovata prossimamente eguale nell'acido carbonico secco e nell'aria atmosferica; nell'idrogeno essa è grande circa la metà che in quei gaz.

Il coefficiente di dispersione diminuisce già considerevolmente per una diminuzione di pressione da 760 mill. a 380 mill. e per 70 mill. di pressione nell'aria è soltanto  $\frac{1}{3}$  così grande che con 760 mill.

L'aria umida non disperde l'elettricità assai più fortemente che l'aria secca.

La dispersione della elettricità positiva e negativa procede con egual velocità. (osserva Biot).

I risultati numerici si riferiscono particolarmente alle proporzioni, sotto le quali fu sperimentato e che perciò sono state descritte estesamente.

Per conseguenze più generali abbisognano ulteriori esperimenti sotto altre proporzioni. L'apparecchio nel quale avvenga la dispersione dovrà essere separato dall'apparecchio di misura. Ma siccome gli strumenti a ciò occorrenti non

stanno ancora ai miei ordini, e l'influenza della natura e densità di un gaz sul suo potere dispersivo sotto certe circostanze è stabilita dalle fatte esperienze; così ho pensato di poter presentar esse già adesso senza quel completamento che mi adopro fornire fra poco.

Berlino, 20 Febbraio 1872.



SUL MOTO APERIODICO DELLE CALAMITE SMORZATE (1);  
PER E. DU BOIS REYMOND.

Sunto.

Nei galvanometri generalmente impiegati, l'ago calamitato oscilla intorno alla posizione definitiva di equilibrio che esso deve prendere sotto l'azione di una corrente. Però negli apparecchi moderni s'impiegano degli artifizi per impedire a queste oscillazioni di prolungarsi troppo; così p. es. nella bussola di Weber si circonda l'ago di un cilindro di rame che smorza le oscillazioni in virtù del magnetismo di rotazione. Ponendo in equazione il moto dell'ago quando una causa qualunque smorzi le sue oscillazioni, si trova:

$$(1) \quad \frac{d^2x}{dt^2} + u^2 x + 2\varepsilon \frac{dx}{dt} = 0$$

dove  $x$  è il grado segnato dall'ago dopo il tempo  $t$ , supponendo per maggior semplicità che la posizione di equilibrio coincida con lo zero.

(1) *Die aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete*, von E. Du Bois Reymond. — *Monatsberichte der kön. preuss. Akad. der Wissenschaft.* 5 Agosto 1869 e 25 Giugno 1870.