

ENERGIA SPESA DALLE SCARICHE OSCILLATORIE NEI TUBI A VUOTO.*Nota del Dott. GIOVANNI TELESCA ¹⁾.*

1. Il comportamento dei tubi rarefatti alle scariche continue od oscillatorie apparisce notevolmente diverso; tantochè è ben noto, ad esempio, che in generale con la scarica continua di una pila essi producono uno spettro diverso da quello che danno con la scarica oscillatoria di un condensatore.

In una notevole memoria Trowbridge e Richard ²⁾ hanno studiato la resistenza elettrica dei tubi a vuoto nel caso di scariche continue ed oscillatorie, ed hanno mostrato come la resistenza nel primo caso sia enormemente più grande che nel secondo.

Per uno studio più completo dell'argomento appare sommamente importante la determinazione dell'energia assorbita dal tubo nell'uno e nell'altro caso.

Per le scariche continue esistono lavori di G. Wiedemann ³⁾, E. Wiedemann ⁴⁾, Naccari e Bellati ⁵⁾ e Paalzow ⁶⁾, dai quali risulta che nelle porzioni del tubo discoste dagli elettrodi la quantità di calore sviluppata è proporzionale alla quantità di elettricità, che passa pel tubo stesso.

In un lavoro più recente poi Wiedemann e Schmidt ⁷⁾ trovano che l'energia elettrica, calcolata dalla caduta di potenziale e dall'intensità della corrente, viene riottenuta sotto forma di calore, dentro i limiti d'errori d'osservazione, nella colonna luminosa positiva. Ma non si hanno lavori un po'

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

2) Phil. Mag., Vol. 43, (5), p. 349, 1897.

3) Pogg. Ann., Vol. 158, p. 35, e p. 252, 1876.

4) Wied. Ann., Vol. 10, p. 222, 1880; Vol. 20, p. 756, e p. 790, 1883.

5) Atti Istit. Veneto, (4), 5, p. 32, 1878.

6) Wied. Ann., Vol. 56, p. 276, e p. 700, 1895.

7) Wied. Ann., Vol. 66, p. 321, 1898.

estesi e completi per quanto riguarda il calore sviluppato nei tubi dalle scariche oscillatorie.

Esistono veramente delle ricerche di Straub ¹⁾ ed altre di Ångström ²⁾; ma poichè il lavoro calorimetrico di Straub per scariche di condensatori nei tubi di Geissler e quelle bolometriche di Ångström in tubi attraversati, ora da correnti d'una piccola batteria d'accumulatori, ora da scariche di un rocchetto Ruhmkorff, non danno che una prima idea della differenza d'energia assorbita dai tubi durante le scariche continue od oscillatorie, queste esperienze si mostrano insufficienti per la soluzione del problema che c' interessa.

Perciò ho intrapreso le seguenti ricerche, per determinare il calore sviluppato in tubi portati a rarefazioni via via crescenti, da scariche oscillatorie, quando si faccia variare il potenziale, la quantità di elettricità, il periodo e lo smorzamento.

Presentandosi però troppo complesso un siffatto problema, se lo si affronta direttamente, così in questa prima parte dello studio ho determinato quale sia la quantità di calore sviluppato dalla scarica nei tubi a vuoto, in confronto a quello sviluppato nelle scintille alla pressione ordinaria, e in confronto all'energia spesa nel resto del circuito.

Mentre erano in corso queste mie esperienze, e venuta alla luce una Memoria di Ebert ³⁾, nella quale egli riferisce i risultati di ricerche fatte sul calore sviluppato nei tubi rarefatti da correnti rapidamente alternate fino a potenziali di 3000 volta.

Il lavoro di Ebert ed il mio, che hanno alcuni punti di contatto, si completano reciprocamente.

2. La disposizione da me usata nelle presenti ricerche, consisteva essenzialmente in un condensatore variabile, caricato in alcune esperienze da un rocchetto di Ruhmkorff, e in altre da una macchina Holtz, il quale si scaricava nel tubo a vuoto disposto convenientemente in un calorimetro. Uno spinter-

1) Inaug. Diss. Zürich, 1890.

2) Vetensk Akad. Forhandl., 6, p. 373, 1891; Wied. Ann., 48, p. 493, 1893.

3) Wied. Ann., 67, p. 609, 1899.

metro, inserito nel circuito di scarica, permetteva di variare la distanza esplosiva, e una spirale variabile serviva a cangiare l'autoinduzione.

Il condensatore era formato da diverse bottiglie di Leyda, di cui avevo determinato la capacità, e che potevo facilmente associare in vario modo per ottenere capacità differenti.

Il tubo di scarica era della forma disegnata nella fig. 1, dove è rappresentato in A. I due elettrodi, costituiti da due

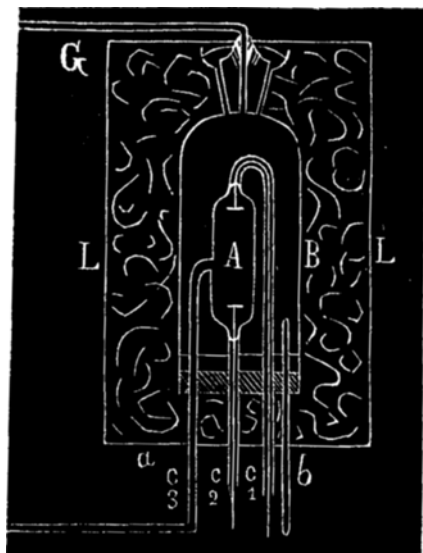


Fig. 1.

dischi di alluminio, erano all'esterno posti in comunicazione con due fili di rame racchiusi entro canne di vetro c_1 , c_2 , che servivano per stabilire le comunicazioni. Un terzo cannello c_3 , comunicante con una pompa Sprengel, permetteva di fare il vuoto nel tubo. Questo era contenuto in una larga canna di vetro B, chiusa inferiormente da un tappo di sughero, attraverso cui passavano a tenuta di liquido i cannelli c_1 , c_2 , c_3 . Superiormente la canna finiva con un collo smerigliato, in cui si adattava l'estremità di un cannello di vetro G, ripiegato orizzontalmente e graduato.

Fra il tubo e la canna era posto del toluolo, il quale giungeva a riempire anche parte del cannello graduato,

avendo avuto ogni cura che nell'interno non rimanessero bollicine d'aria. Uno straterello di mercurio, posto internamente sul tappo di sughero, oltre ad assicurare la perfetta tenuta, impediva che il toluolo venisse in contatto col sughero.

Infine una bacchetta *b* di vetro poteva introdursi più o meno nell'interno attraverso il tappo di sughero, permettendo così di spostare a piacere l'indice di toluolo nel cannello graduato.

Tutto l'insieme era posto in una cassetta di legno *L*, riempita di ovatta. Due piccole finestre di vetro permettevano di osservare in parte il tubo di scarica all'interno.

I tubi adoprati erano del diametro di mm. 16 e della lunghezza di cm. 7,6.

3. Nel circuito, come dissi, trovavasi inoltre uno spinterometro, che collocai dentro un calorimetro ad aria, del Villari, per potere tener conto del calore sviluppato nelle scintille.

Per variare poi l'autoinduzione del circuito, adoprai 5 spirali di filo di rame, eguali fra loro in ogni parte, tranne che nella distanza delle spire. Usate quindi successivamente

facevano lo stesso servizio di una sola spirale, che si fosse potuta allungare o accorciare.

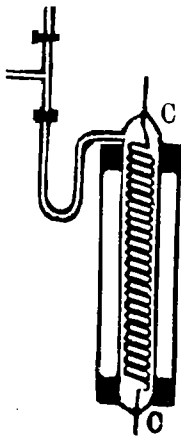


Fig. 2.

Volendo tener conto della quantità di energia da esse assorbita, feci uso di calorimetri a petrolio (fig. 2) consistenti ciascuno in una canna di vetro *CC*, lunga poco più della relativa spirale, i cui capi eran saldati alle estremità della canna medesima. A questa era pure saldato lateralmente un tubo di vetro piuttosto largo e piegato ad U, in modo che all'estremità libera di esso potevasi acconciamente innestare un cannello capillare graduato e munito di rubinetto. Si riempiva accurata-

mente la canna di petrolio distillato, e poi il tubo ad U di mercurio fino ad una certa altezza. Poca quantità di acqua distillata, contenente in soluzione dell'anilina, finiva di riempire il tubo ad U e penetrava nel cannello graduato facendo così da indice. La medesima canna CC a sua volta era racchiusa in un'altra canna più larga pure di vetro, per diminuire, l'irradiazione.

I coefficienti di autoinduzione delle spirali erano rispettivamente 1715, 1930, 2470, 4109 e 4780 cm.

La figura 3 rappresenta l'insieme dell'apparato. M è la macchina di Holtz, sostituita in alcune serie di esperienze

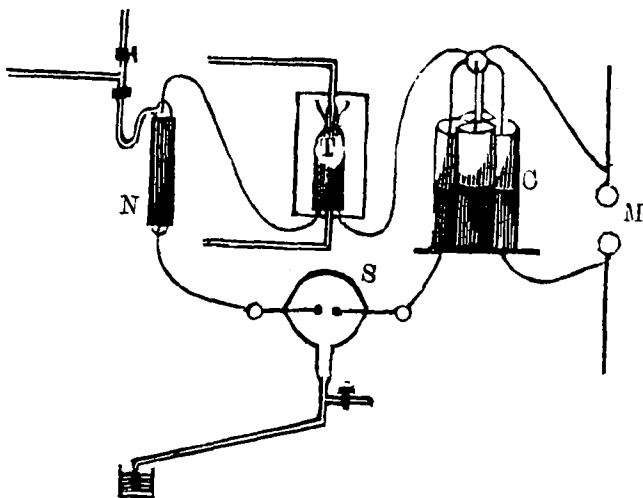


Fig. 3.

dal rocchetto d'induzione. I due poli della macchina sono collegati con le due armature del condensatore C; e nel circuito di scarica di questo sono posti il tubo T, lo spinterometro S, e la spirale N (tutti entro i rispettivi calorimetri).

Regolata la distanza fra le palline dello spinterometro, e fatta la lettura della provetta di MacLeod annessa alla pompa, mettevo in azione la macchina elettrica, e quindi seguivo le indicazioni dei calorimetri, alle quali apportavo le correzioni

dovute all'irraggiamento, dedotto dall'andamento dei calorimetri stessi prima e dopo ogni esperienza.

Durante l'esperienza cercavo che la pressione nel tubo si mantenesse la più costante che m'era possibile, facendo agire di continuo convenientemente la pompa. In ogni caso assumevo, come valore della pressione stessa, la media delle letture fatte in principio e in fine dell'esperienza.

Resultati delle esperienze.

4. Come ho già accennato, era mio scopo di studiare quale fosse l'influenza che avevano sui rapporti tra le quantità di calore svolte nei tre calorimetri, non soltanto la distanza esplosiva e la rarefazione a cui era portato il tubo, ma anche il periodo d'oscillazione e lo smorzamento. I valori del periodo d'oscillazione li ho dedotti dal calcolo, mediante la formula del Thomson.

Così ho fatto per lo smorzamento. Siccome però non avevo modo nè di misurare, nè di calcolare quale fosse il valore vero della resistenza presentata dal tubo e dalla scintilla, nelle esperienze dirette a trovare l'influenza dello smorzamento, ho mantenuto sempre costante la rarefazione del tubo, la distanza esplosiva e il periodo di oscillazione; e quindi ho creduto che le variazioni della resistenza offerta dal tubo e dalla scintilla nell'aria non fossero grandissime, o almeno tali da farne cambiare l'ordine di grandezza. Perciò quei valori, che ho messi in ciascuna tabella per lo smorzamento, si intenderà che debbano andare moltiplicati per un numero, che in ogni serie di esperienze si mantiene press' a poco costante.

Nelle tabelle seguenti D indica la distanza esplosiva in mm. allo spinterometro, C_p , C_t , C_a , rispettivamente i valori degli spostamenti in mm. nei calorimetri a petrolio, a toluolo e ad aria; C la capacità in microfaraday; L il coefficiente di auto-induzione in cm.; T il periodo d'oscillazione in secondi; δ lo smorzamento; S il numero delle scintille e P la pressione in mm.

I risultati ottenuti dalle esperienze colla macchina Holtz e col rocchetto erano fra loro concordanti. Riassumo qui i più importanti, notando che essi spesso costituiscono la media di moltissime osservazioni.

a) Nelle prime serie s'è mantenuto fissa la capacità, l'autoinduzione e la distanza esplosiva e s'è fatto variare la pressione.

La seguente tabella contiene la media dei risultati.

TABELLA I.

D	C	C_p	C_t	C_a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	P	L
3	0,016	$10^{1/2}$	$13^{1/2}$	$55^{1/2}$	1,28	5,28	4,11	4,67	19,30
"	"	11	14	58	1,27	5,27	4,14	4,42	"
"	"	$10^{1/2}$	13	54	1,23	5,23	4,23	4,19	"
"	"	11	13	57	1,17	5,18	4,38	3,90	"
"	"	12	13	60	1,08	5,00	4,61	3,70	"
"	"	13	14	65	1,07	5,00	4,64	3,38	"
"	"	$12^{1/2}$	13	61	1,04	4,88	4,69	3,19	"
"	"	$12^{1/2}$	$12^{1/2}$	59	1,00	4,71	4,71	3,10	"
"	"	14	11	61	0,78	4,35	5,54	2,80	"
"	"	14	$9^{1/2}$	60	0,70	4,28	6,31	2,32	"
"	"	16	$10^{1/2}$	68	0,65	4,25	6,47	1,50	"
"	"	$16^{1/2}$	10	68	0,60	4,12	6,80	1,31	"
"	"	17	9	70	0,53	4,11	7,77	1,00	"
"	"	18	9	74	0,50	4,10	8,22	0,90	"
"	"	18	7	74	0,38	4,10	10,57	0,65	"
"	"	$19^{1/2}$	7	79	0,36	4,05	11,28	0,50	"
"	"	24	7	82	0,25	3,41	11,71	0,40	"
"	"	$23^{1/2}$	$5^{1/2}$	80	0,23	3,40	14,54	0,28	"
"	"	24	5	81	0,20	3,37	16,20	0,21	"

Dall'osservazione della tabella si deduce che il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria a quella svolta nel tubo cresce col crescere della rarefazione, mentre invece i rapporti tra le quantità di calore svolte nel tubo e nella scintilla nell'aria a quella svolta nella spirale decrescono entrambi.

b) Ho raccolto in queste seconde tabelle i risultati che mostrano l'influenza esercitata dalla distanza esplosiva. Ho fatto ciò, come si vede, per varie autoinduzioni ed a pressioni diverse.

TABELLA II.

D	C _p	C _t	C _a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	P	S	T	δ
1	12,5	40	30	3,20	2,40	0,75	0,008	1930	2,9	280	0,0000007	0,0011
1 ¹ / ₂	11	30	50	2,72	4,50	1,66	"	"	"	"	"	"
2	14	26	61,5	1,85	4,60	2,48	"	"	"	"	"	"
2 ¹ / ₂	13,5	20	67	1,48	4,96	3,35	"	"	"	"	"	"
3	13,5	15,5	71	1,14	5,25	4,58	"	"	"	"	"	"
1	15	41	44	2,73	2,93	1,07	"	2470	"	"	0,0000008	0,0010
1 ¹ / ₂	17	24	64	1,41	3,76	2,62	"	"	"	"	"	"
2	16,5	23	65	1,39	4,00	2,82	"	"	"	"	"	"
2 ¹ / ₂	16	19	86	1,31	5,37	4,52	"	"	"	"	"	"
3	17	21	96,5	1,23	5,67	4,59	"	"	"	"	"	"
1	19	23	47	1,21	3,05	2,04	0,016	"	1,5	"	0,0000011	0,0008
1 ¹ / ₂	28	34	100	1,21	3,57	2,64	"	"	"	"	"	"
2	33	23,5	120	0,71	3,63	5,10	"	"	"	"	"	"
2 ¹ / ₂	35	22,5	129,5	0,61	3,70	5,21	"	"	"	"	"	"
3	36	22	142	0,61	3,94	6,00	"	"	"	"	"	"
1	16,5	28	60	1,69	3,63	2,14	0,008	"	0,4	"	0,0000008	0,0010
1 ¹ / ₂	23,5	29	144	1,23	5,23	4,95	"	"	"	"	"	"
2	22	24	142,5	1,09	6,47	5,27	"	"	"	"	"	"
2 ¹ / ₂	21,5	18	151	0,83	7,02	8,38	"	"	"	"	"	"
3	22,5	15	150	0,66	7,11	10,66	"	"	"	"	"	"

Il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria a quella nel tubo cresce con la distanza esplosiva; così pure cresce il rapporto fra le quantità di calore sviluppate rispettivamente nella scintilla e nella spirale, mentre decresce il rapporto tra la quantità di calore svolta nel tubo e quella nella spirale; e ciò per tutte le rarefazioni e per tutte le autoinduzioni usate nelle mie esperienze.

c) In ciascuna delle tabelline seguenti sono contenuti i risultati delle esperienze in cui variava l'autoinduzione e rimanevano costanti le altre condizioni.

TABELLA III.

D	C _p	C _t	C _a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	P	S	T	δ
3	10	6	62	0,60	6,20	10,33	0,024	1715	0,8	90	0,0000012	0,0013
"	9	4,5	66	0,50	7,32	14,66	"	1930	"	"	0,0000013	0,0011
"	9 $\frac{1}{2}$	4	87	0,42	9,15	21,75	"	2470	"	"	0,0000015	0,0010
"	9 $\frac{1}{2}$	4	89	0,42	9,36	22,22	"	4780	"	"	0,0000020	0,0007
"	9,5	9	88	0,94	9,26	9,77	0,016	1715	"	"	0,00000100	0,0011
"	7,5	6	76	0,80	10,13	12,66	"	1930	"	"	0,00000105	0,0010
"	8	6	85	0,76	10,62	14,16	"	2470	"	"	0,0000011	0,0008
"	8	6	92	0,75	11,50	15,33	"	4780	"	"	0,0000016	0,0006
"	8	12,5	98	1,56	12,00	7,84	0,008	1715	"	"	0,0000006	0,00075
"	7,5	11	94	1,46	12,53	8,54	"	1930	"	"	0,0000007	0,0007
"	8	11	114	1,37	14,25	10,36	"	2470	"	"	0,0000008	0,0006
"	8,5	10	123	1,47	14,47	12,30	"	4780	"	"	0,0000011	0,0004

Adunque facendo variare il periodo d'oscillazione col mutare della sola autoinduzione del circuito, il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria a quella nel tubo rarefatto cresce col crescere del periodo d'oscillazione; così pure cresce $\frac{C_a}{C_p}$, mentre diminuisce $\frac{C_t}{C_p}$.

d) Nelle esperienze riportate qui sotto s'è fatta variare la sola capacità del condensatore: ciò venne fatto per due valori diversi dell'autoinduzione del circuito.

TABELLA IV.

D	C _p	C _l	C _a	$\frac{C_l}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_l}$	C	L	T	δ	P	S
3	8	10	120	1,25	15,00	12,00	0,008	1715	0,0000006	0,0007	0,5	90
"	8,5	6	92	0,70	10,82	15,33	0,016	"	0,0000010	0,0011	"	"
"	10,5	5	89	0,47	8,47	17,80	0,024	"	0,0000012	0,0013	"	"
"	11,8	4,7	84	0,39	7,11	17,87	0,032	"	0,0000013	0,0015	"	"
"	13,6	4,5	82	0,33	6,02	18,22	0,040	"	0,0000015	0,0016	"	"
3	10	8	91	0,80	9,10	11,37	0,008	4780	0,0000011	0,0004	0,5	90
"	11,5	6,5	89	0,56	7,73	13,79	0,016	"	0,0000016	0,0006	"	"
"	13,3	6	85	0,45	6,39	14,16	0,024	"	0,0000020	0,0007	"	"
"	14,0	4,5	81	0,32	5,78	18,00	0,032	"	0,0000023	0,0008	"	"
"	16,2	4	77	0,24	4,69	19,25	0,040	"	0,0000027	0,0010	"	"

La tabella dimostra che anche quando si fa variare il periodo d'oscillazione mantenendo fissa l'autoinduzione e variando invece la capacità, i rapporti fra le quantità di calore svolte nei vari apparecchi cambiano nello stesso modo di quando si muta l'autoinduzione mantenendo fissa la capacità, fatta eccezione del rapporto tra la quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria e quella nel circuito metallico, giacchè esso cresce col crescere dell'autoinduzione, mentre invece decresce col crescere della capacità.

e) Infine ho messo insieme i risultati di quando le oscillazioni della scarica avevano lo stesso periodo, ma diverso smorzamento; e poi quelli in cui le oscillazioni di vario periodo avevano lo stesso smorzamento.

TABELLA V.

D	C _p	C _t	C _a	$\frac{C_t}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_p}$	$\frac{C_a}{C_t}$	C	L	T	δ	P	S
3	8,1	7,5	25,5	0,92	3,14	3,40	0,080	4780	0,0000037	0,0014	1,31	90
"	9	7,2	28	0,80	3,00	3,88	0,096	4109	"	0,0017	"	"
"	11,2	6,9	30,5	0,61	2,72	4,42	0,155	2470	"	0,0028	"	"
"	13	6,2	34,5	0,47	2,65	5,56	0,200	1930	"	0,0036	"	"
"	14,3	5,5	37	0,38	2,58	6,72	0,224	1715	"	0,0039	"	"
3	11,5	6,8	51	0,58	4,43	7,50	0,080	1715	0,0000018	0,0024	1,31	90
"	12,3	6,3	49	0,51	3,98	7,77	0,088	1930	0,0000025	"	"	"
"	12,9	5,2	42	0,40	3,25	8,07	0,116	2470	0,0000031	"	"	"
"	13,2	5	40,5	0,37	3,06	8,10	0,192	4109	0,0000050	"	"	"
"	13,7	4,5	39,3	0,32	2,86	8,73	0,224	4780	0,0000062	"	"	"

Dalla prima di queste tabelle risulta, che col mantenere fisso il periodo d'oscillazione il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria a quella svolta nel tubo cresce col crescere dello smorzamento, mentre gli altri due rapporti decrescono entrambi.

Dalla seconda tabella si rileva che mantenendo fisso lo smorzamento, il rapporto della quantità di calore svolta dalla scintilla nell'aria, a quella svolta nel tubo rarefatto cresce col crescere del periodo, mentre gli altri due decrescono.

Conclusioni generali.

Le precedenti esperienze m'inducono a concludere:

1° Il valore del rapporto $\frac{C_a}{C_t}$ della quantità di calore svolta nella scintilla ordinaria a quella svolta nel tubo a vuoto, a parità delle altre condizioni, cresce col crescere della rarefazione nel tubo stesso e coll'aumentare della distanza esplosiva, del periodo d'oscillazione e dello smorzamento.

2° Il valore del rapporto fra la quantità di calore svolta nel tubo e quella nel circuito metallico decresce invece, a pa-

rità di tutte le altre condizioni, col crescere della rarefazione, della distanza esplosiva, dello smorzamento e del periodo d'oscillazione.

3° Il rapporto fra la quantità di calore svolta nella scintilla a quella svolta nel circuito metallico diminuisce col crescere della rarefazione, della capacità, dello smorzamento e del periodo d'oscillazione, mentre aumenta col crescere della distanza esplosiva e dell'autoinduzione.

Dall'Istituto di Fisica della R. Università di Pisa,
Novembre 1899.

**SUL COMPORTAMENTO DI ALCUNI CORPI PORTATI AD ELEVATA TEMPERATURA
RISPETTO AI RAGGI X.**

Comunicazione del Prof. A. VOLTA

fatta alla Società Italiana di Fisica nel Settembre 1899.

Le attuali esperienze mi furono suggerite dalla osservazione fattami lo scorso anno dall'esimio Prof. Röntgen e pubblicata in fine della mia comunicazione su questo stesso argomento ¹⁾, e dal dubbio che il riscaldarsi della patina fotografica avrebbe per avventura potuto influire sulla sua sensibilità. Questo dubbio mi venne espresso gentilmente in via privata dai signori Malagoli e Bonacini ma già era nato anche in me, come dichiarai nella mia prima comunicazione, sebbene non l'avessi con istudio speciale appurato.

Circa il primo fatto, faccio rilevare che il processo attinometrico, cioè di una semplice e diretta osservazione, mal si presta a far conoscere piccole differenze nei poteri criptoscopici delle sostanze sottoposte all'esperienza; il processo fotografico io lo ritengo quindi migliore, perchè posso aumentare la durata di posa e per quel tempo che più si conviene. Questa, infatti, potei constatare, vuol essere meno prolungata nelle esperienze sulla trasmissione che in quelle sulla diffusione, trat-

1) Veggasi Nuovo Cimento, fasc. di Ottobre 1898.