

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCV.

1898

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VII.

1° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1898

Per il lemma II., i monosemii, che risultano in tal guisa, definiscono effettivamente un numero, il quale, moltiplicato per b' , riproduce a' .

3. Prendendo come sistema A l'insieme di tutti i numeri reali, come sistema N quello di tutti i numeri interi, si ha un A' sostanzialmente identico ai numeri di Veronese finiti, infiniti e infinitesimi d'ordine finito ⁽¹⁾. Per questi dunque (nè in ciò vi è controversia), valgono tutte le ordinarie regole di calcolo.

Quanto ai numeri, che rappresentano, secondo Veronese, i segmenti più generali possibili sopra la retta ⁽²⁾, bisogna ricorrere, per averne l'equivalente aritmetico, ad un criterio costruttivo un po' più generale, che esporrò ben presto.

Noto intanto che, se si tratta solo di formare un sistema di tipo A, il quale, secondo il modo di dire abituale, comprenda elementi infiniti d'ordine infinito, basta applicare ripetutamente il procedimento, testè delineato, partendo per es. dai numeri reali e assumendo ciascuna volta come sistema N ancora quello dei numeri reali. Dopo la prima operazione, abbiamo come sistema A' quello dei miei numeri, più volte menzionati, che si posson dire infiniti e infinitesimi d'ordine finito e generalizzano gli analoghi di Veronese. Assumendo gli elementi di A' come caratteristiche e i numeri reali come indici si possono formare nuovi monosemii e con essi un sistema A''; nel medesimo modo si costruisce un A''' e così di seguito fino ad A⁽ⁿ⁾, per n comunque grande. A partire da A'', ogni sistema contiene elementi con due o più indici sovrapposti, e questo è uno dei modi, con cui si può tradurre in simboli la esistenza di elementi infiniti d'ordine infinito. Ciò non ostante si han sempre insieme chiusi rispetto a tutte le operazioni aritmetiche.

Fisica. — *Sulla diffusione dei raggi Röntgen* ⁽³⁾. 1^a Nota dei dottori R. MALAGOLI e C. BONACINI, presentata dal Socio BLASERNA.

I. L'esistenza della riflessione dei raggi X è ormai stata assodata sia per mezzo della loro azione fotografica da Battelli e Garbasso ⁽⁴⁾, da Vicentini e Pacher ⁽⁵⁾, da Voller e Walter ⁽⁶⁾, da Sagnac ⁽⁷⁾ ecc., sia per mezzo delle loro proprietà elettrostatiche dal Villari ⁽⁸⁾, da Sella e Maiorana ⁽⁹⁾ ecc.

⁽¹⁾ *Fondamenti di geometria*, ecc. Padova 1891, nn. 87-89 e n. 121, pag. 200.

⁽²⁾ *Ibidem*, n. 91 e n. 121, pag. 199.

⁽³⁾ Lavoro eseguito nel R. Istituto tecnico di Modena.

⁽⁴⁾ Nuovo cimento, gennaio 1896.

⁽⁵⁾ Memorie del R. Istituto Veneto, 25 gennaio 1896.

⁽⁶⁾ *Wied. Annalen*, 1897, n. 5.

⁽⁷⁾ *Comptes rendus*, 26 luglio 1897.

⁽⁸⁾ *R. Accad. di Napoli*, 15 febbraio 1896.

⁽⁹⁾ *Rendiconti Lincei*, 26 aprile 1896.

Tutti gli operatori sono inoltre concordi nel ritenere che il fenomeno non consista in una riflessione regolare, ma in una diffusione: chè i pochi casi di riflessione regolare finora citati sono alquanto dubbi; e in particolare quello osservato dal Murani (1), viene direttamente contraddetto da Imbert e Bertin-Sans (2), nonchè da Winkelmann e Straubel (3), che sperimentarono nelle stesse circostanze.

Noi fummo fra i primi a far ricerche intorno alla riflessione dei raggi X (4), e dalle nostre esperienze fummo condotti, fra l'altro, a trovare in essa un mezzo per aumentare il rendimento fotografico dei raggi stessi; questione, che era allora di grande importanza, e che altri, come il Troost (5), l'Henry (6), ecc., cercavano di risolvere utilizzando gli effetti di fluorescenza. Noi proponemmo l'adozione di un riflettore metallico (preferibilmente di rame), da collocarsi dietro lo strato sensibile e in contatto intimo con questo; consigliando naturalmente di operare con pellicole, piuttostochè con lastre, per evitare l'assorbimento del vetro. I raggi X che, attraversata la pellicola, vengono diffusi dal riflettore, sommano la loro azione a quella dei raggi dritti, producendo un rinforzo assai sensibile.

Oggi, poichè i tubi *focus*, generalmente in uso, sono delle sorgenti così ricche di raggi X da render perfino possibili delle radiografie istantanee, può sembrare che l'artificio da noi indicato abbia ormai perduto ogni importanza; tanto più che coll'uso di schermi fluorescenti, sovrapposti o sottoposti allo strato sensibile, è stato possibile a taluni di ridurre la posa a meno di $\frac{1}{30}$ (7). Non lo neghiamo. Ma nella nostra Nota noi facevamo anche rilevare un altro pregio del riflettore; quello cioè di far evitare nei negativi radiografici quei veli generali, che la maggior parte degli sperimentatori aveva pur lamentato, senza per altro determinarne la causa, nè accennare ad alcun modo per sopprimerli. E concludevamo appunto raccomandando « l'uso del riflettore, il quale concorre ad avvantaggiare la prova, e col suo potere riflettente, e colla sua opacità ».

Nessuno sperimentatore, a quanto ci consta, ha raccolto questa nostra conclusione, la quale neppure fu citata dagli autori di trattati sulla radiografia. In compenso, l'abbiamo vista di recente risorgere da più parti, data come cosa nuova!

Nella presente Nota, prendendo appunto le mosse dalla nostra primitiva proposta, che oggi ha acquistato ancor maggior importanza, noi esponiamo

(1) Atti del R. Istituto Lombardo, tomo IX, serie 3^a 1896.

(2) Comptes rendus, 2 marzo 1896.

(3) Wied. Annalen, 1896, n. 10.

(4) Rendiconti Lincei, 26 aprile 1896.

(5) Comptes rendus, marzo 1896.

(6) Comptes rendus, febbraio 1896.

(7) Winkelmann e Straubel, Wied. Ann., n. 10, 1896, pag. 344.

una nuova serie di esperienze e di osservazioni sulla diffusione dei raggi Röntgen.

Ci lusinghiamo che essa possa riuscire di qualche interesse, dappoichè, come giustamente osserva anche il Sagnac ⁽¹⁾, nell'ottica geometrica delle nuove radiazioni l'unico fenomeno positivo, e su cui quindi pare si debbano per ora concentrare le ricerche, è appunto quello della diffusione.

II. Il fatto fondamentale accennato nella nostra prima Nota a questo riguardo è il seguente:

ESPERIENZA 1^a. — Sopra uno strato pellicolare di gelatina-bromuro, dalla parte ove arrivano i raggi X, sono disposte, parallelamente e ad una certa distanza fra loro, alcune striscie di piombo, che attraversano la pellicola

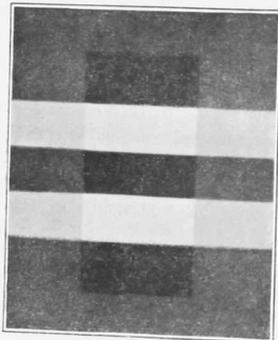


FIG. 1.

cola in tutta la sua larghezza. A contatto della faccia inferiore trovansi, disposto in croce colle lastrine di piombo, un grosso riflettore di rame di forma rettangolare, alquanto più piccolo della pellicola.

Dopo una posa opportuna, si ottiene allo sviluppo un negativo, il quale oltre l'effetto di rinforzo del fondo nella regione che era a contatto del riflettore, mostra come le ombre delle lastrine di piombo sieno pure solo nelle zone corrispondenti al riflettore, e *velate* nel resto (vedi fig. 1).

Questa impressione della pellicola *dietro* a degli ostacoli opachi noi attribuiamo ai raggi X, che arrivando ai corpi sottostanti, vengono da questi diffusi in tutte le direzioni. E ne derivammo appunto la necessità di un riparo metallico da sottoporsi alla lastra durante la posa; il quale poteva, ad un tempo, servire come riflettore.

(1) *Eclairage électrique*, 18 dicembre 1897.

Nei molti lavori usciti dopo la pubblicazione della nostra Nota, abbiamo visto citati più volte fenomeni di impressioni di lastre fotografiche dietro ostacoli perfettamente opachi (1), e farsi innanzi da più parti l'ipotesi che l'aria, la quale appare ormai il veicolo delle azioni elettriche dei raggi X, entri largamente in gioco anche in tutte le esperienze di radiografia. Più particolarmente il Röntgen (2) esprime l'idea che l'aria, attraversata da raggi X, ne emetta altri in tutti i sensi, o per vera e propria diffusione o per un fenomeno analogo alla fluorescenza; ed è seguito in questa idea dal Sagnac (3), dal Villard (4) e da altri. E del resto il Righi (5), il Villari (6) e più tardi il Müller (7) avevano già invocato una specie di diffusione prodotta dall'aria per spiegare certi fenomeni di apparente ripiegamento dei raggi X dietro corpi opachi.

Tutto ciò contribuì a destarci il sospetto che la spiegazione da noi attribuita al fenomeno sopra descritto fosse, se non errata, almeno incompleta. Di qui il punto di partenza per le seguenti ricerche.

III. Per sopprimere completamente la causa da noi invocata, cioè l'azione diffidente dei sostegni, dei corpi vicini, e perfino della carta nera che ordinariamente protegge la lastra sensibile dalla luce, noi ripetemmo l'esperienza sopra citata nel modo seguente:

ESPERIENZA 2^a. — Il *focus* ed il rochetto sono chiusi entro una cassa di legno, da cui i raggi X escono diretti verticalmente verso l'alto. Sul cerchio sono disposte le solite striscie di piombo; su di esse viene adagiata una pellicola fotografica *nuda*, e su questa infine il solito riflettore. L'esperienza era fatta naturalmente a luce inattinica, e nel mezzo di una stanza molto alta, talchè corpi diversi dall'aria, che potessero rimandare raggi sulla pellicola, esistevano solo a qualche metro di distanza da questa.

Allo sviluppo i bianchi dovuti alle striscie di piombo sono *puri in tutta la loro estensione*, a diversità di quel che si ha nell'esp. 1^a; tantochè si ha traccia del riflettore solo dal maggior vigore del fondo nella zona ad esso corrispondente.

ESPERIENZA 3^a. — Il velo nei bianchi, non protetti dal riflettore, ricompare tosto, se si ripete l'esperienza collocando al disopra della pellicola a qualche distanza e in una qualsiasi orientazione, un corpo *qualunque*; anche

(1) Ad es. Villari, Rend. Lincei, 6 giugno 1896; Bugnet, Comptes rendus, 2 novembre 1896.

(2) *Sitzungsberichte der Berl. Ak.*, maggio 1897.

(3) Comptes rendus, 19 luglio 1897.

(4) Comptes rendus, 26 luglio 1897.

(5) Rendiconti Lincei, 3 maggio 1896.

(6) Id. id., 6 giugno 1896.

(7) Wied. Ann. 1896, n. 8.

se scelto fra quelli più trasparenti ai raggi X, come ad es. un foglio di carta. Il velo è però tanto più marcato, quanto meno quel corpo è trasparente e quanto meno è distante dalla pellicola.

L'aria, per sè sola, non sembra dunque avere influenza nel fenomeno; o, almeno, il suo potere diffusivo è sì piccolo, che nel tempo di una posa normale diretta non produce effetti apprezzabili.

IV. Per poter escludere completamente un'azione dell'aria nella diffusione, bisognava provare che nessun velo compariva, anche prolungando comunque la durata dell'esposizione. Ma non potendosi far ciò col metodo fin qui tenuto, senza incorrere nell'inconveniente di una sovraesposizione nelle parti del negativo colpite dai raggi X diretti, pensammo di riparare la pellicola dall'azione di questi mediante una lastra di piombo, che la coprisse dalla parte rivolta al tubo, e ripiegantesi lungo i bordi. Così restava come isolata l'azione dei raggi diffusi. E stabilimmo un'esperienza comparativa col seguente dispositivo:

ESPERIENZA 4^a. — Due pezzi *a* e *b* di una stessa lastra sensibile (vedi fig. 2), rinvolti in ugual numero di carte nere, e aventi a contatto

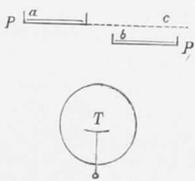


Fig. 2.

dello strato un riflettore metallico, sono protetti dall'azione diretta del *focus* *T* da due ripari *P* e *P*₁ di piombo foggiate a scatola aperta. Sul loro strato sensibile, che guarda verso l'alto, è disposto un intaglio metallico (frapposta una carta). Al fondo di *P* che è alquanto più alto di *P*₁ rispetto al tubo, è unito un cartone sottile e perforato *c*, che sporge su *P*₁. La lastrina *b* risente quindi l'azione diffondente di *c* e della superficie esterna di *P*, mentre sulla *a* non possono agire che i raggi per avventura diffusi dall'aria.

Si fa agire il *focus* per un'ora e mezza, e si sviluppano le due lastre nello stesso bagno. L'impressione in *b* è vigorosissima, si dà rammentare le prove ottenute direttamente; invece la lastrina *a* accenna appena con un velo debolissimo l'ombra del disegno che le stava sopra. La fig. 3 riproduce i due effetti, come si osservano nei negativi.

La diffusione di un gas pei raggi X rispetto a quella degli altri corpi risulterebbe dunque di entità trascurabile, se pur esiste; perchè nella nostra esperienza noi non sappiamo escludere in modo assoluto l'effetto del pulviscolo atmosferico e quello del soffitto della stanza che distava circa m. 2,5 dalle lastre.

In seguito a numerose prove fatte in questo senso, ci siamo persuasi che dietro un riparo opaco rivolto al tubo, cioè utilizzando soltanto dei raggi X indiretti, è possibile ottenere immagini fotografiche aventi le caratteristiche delle radiografie. Ma ciò sempre a condizione che di fronte allo strato sen-

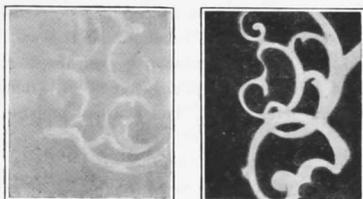


FIG. 3.

sibile, e ad una distanza non troppo forte da esso esista un qualche corpo che possa rimandare i raggi uscenti dal tubo: a questo ufficio non risultando bastevole l'aria.

V. L'esclusione di un potere diffusivo apprezzabile nell'aria è veramente in disaccordo col risultato di un'esperienza che il Röntgen espone nella sua ultima Memoria (1). Egli, facendo uso del metodo fluoroscopico (senza dubbio meno sensibile del fotografico), ha riconosciuto che la disseminazione dei raggi X dietro corpi opachi diminuisce rapidamente al diminuire della densità dell'aria ambiente.

Dobbiamo confessare che, per quanto abbiamo fatto, non ci riuscì di rimetterci nelle stesse condizioni del Röntgen. E abbiamo allora sperimentato nello stesso senso usando del metodo fotografico.

Due prove radiografiche sono state ottenute successivamente, tenendo la lastra sensibile, dietro il solito riparo di piombo, nell'interno di una campana, nella quale l'aria *caeteris paribus*, una volta era alla pressione ordinaria, e l'altra a 3 mm. di mercurio. Nei risultati non era possibile distinguere alcuna differenza (2).

(1) Loc. cit., n. 1.

(2) Noi non sapremmo escludere che l'esito negativo della nostra esperienza dipenda dalla natura della sorgente dei raggi X adoperata. Avvertiamo però di aver usato due tubi

Qui, ben s'intende, non ci si poteva liberare dall'azione diffondente dei sostegni; però la conclusione è conforme ancora alle precedenti, che cioè il potere diffusivo dell'aria, se pur esiste, è trascurabile rispetto a quello degli altri corpi.

VI. Dopo ciò, noi non crediamo di dovere per nulla modificare le nostre idee d'un tempo riguardo al fatto da cui siamo partiti (esp. 1^a); cioè seguiamo a ritenere che nel fenomeno di diffusione dei raggi X non si debba attribuire all'aria una grande influenza, e tanto meno poi si possa in essa sola, o prevalentemente, ricercare la spiegazione delle diffusioni d'ambiente.

Ciò almeno, per quanto riguarda gli *effetti grafici* dei raggi stessi. Comunque sia del resto, poichè risulta ormai assodata l'esistenza di una *diffusione d'ambiente*, che noi mettemmo in evidenza fin dall'aprile 1896, riesce pur manifesta la necessità di proteggersi da essa durante l'esposizione e quindi la razionalità del riflettore, da noi allora proposto, appunto anche come riparo opaco. In appoggio di ciò, se pure occorra, notiamo che anche il Röntgen, partendo dall'ipotesi di raggi emessi dall'aria, arriva nella sua ultima Memoria (1) a consigliare lo stesso riparo. E ancor più di recente A. Buguet pubblica una sua Nota (2) in cui si ripetono, sia pure più ampliate, le nostre antiche considerazioni, per giungere ad una conclusione (data per nuova) che è identica alla nostra.

E del resto, se bene si rifletta, delle semplici ragioni di analogia potevano consigliare il nostro riflettore. Come infatti sarebbe assurdo pretendere di ottenere delle ombre pure, prive di velo, qualora operando colla luce ordinaria si tenesse la lastra entro una scatola a pareti traslucide appoggiata a sostegni più o meno trasparenti, così altrettanto lo sarà usando i raggi X. E fa caso invero di trovare ancora in trattati di radiografia (ad esempio in quello del Murani) consigliate ancora le scatole di cartone o di legno ed i sostegni pur di legno, come *il migliore dispositivo* per custodire e sostenere la lastra durante le pose radiografiche.

Ma le seguenti considerazioni chiariranno ancor meglio l'influenza che ha in radiografia la diffusione d'ambiente fin qui trascurata.

VII. Intanto, in base a questa influenza, si può muovere un altro appunto abbastanza grave (oltre quello che noi avemmo a fare nella nostra prima Nota) al metodo fin qui tenuto per fare le *scale di trasparenza* ai

di diverso tipo e in diverse condizioni di servizio. Inoltre ricordiamo che il Righi, prima del Röntgen, concludeva negativamente in un'esperienza analoga, fatta col metodo elettrostatico. (Memorie dell'Acc. di Bologna, maggio 1896).

(1) Loc. cit.

(2) Comptes rendus, 8 novembre 1897.

raggi X; indipendentemente dall' avere le scale stesse un valore *puramente relativo* alla sorgente di raggi X adoperata (¹). Non avendo difatti gli sperimentatori pensato a proteggere le loro lastre sensibili da quella diffusione, questa deve aver prodotto un velo generale nel negativo, che, potendosi ritenere omogeneo in tutta la sua estensione, viene naturalmente ad alterare i rapporti di densità delle singole immagini dei corpi studiati rispetto al fondo.

Volendo liberarsi da questa causa d' errore, nel fare una scala di trasparenze bisognerebbe disporre le cose come nella nostra esp. 2^a, allontanando cioè il più possibile i diffusori. Noi abbiamo appunto fatto alcune esperienze comparative in proposito, e ci siamo persuasi che le differenze non sono di entità trascurabile.

Ma conviene notare che il risultato sarebbe ancora corretto, se, pur operando nel modo ordinario, si tenesse a contatto dello strato sensibile il riflettore metallico da noi consigliato: chè difatti la presenza di questo, oltre assicurare la purezza dei bianchi, importa nelle singole immagini aumenti di densità proporzionali alla trasparenza di ciascun corpo studiato. Non si alterano quindi i rapporti di densità rispetto al fondo.

E poichè le radiografie in generale sono delle immagini ottenute appunto per trasparenza, e d' altra parte non è sempre possibile mettersi nelle condizioni della nostra esp. 2^a, non sarebbe questa l' ultima ragione per cui l' uso del nostro riflettore appaia razionale e vantaggioso.

Non solo poi in quanto riguarda le scale di trasparenza, ma in ogni altro ordine di esperienze radiografiche, sarebbe ormai dato di rilevare delle inesattezze, dovute alla trascuranza degli effetti delle diffusioni estranee. Ci limiteremo a farlo ora per una sola, che più delle altre si connette col l' argomento che trattiamo: non senza però aver prima fatto notare, che una esperienza preliminare condotta come la nostra 1^a, si presti *in ogni caso* per stabilire l' entità delle diffusioni dipendenti dal dispositivo speciale adoperato.

VIII. Alla critica che stiamo facendo va particolarmente soggetto il metodo di Röntgen per lo studio della riflessione dei corpi, e che consiste nel situar questi dietro lo strato sensibile per vederne l' impronta palesarsi in una tinta più cupa del fondo.

E qui non sarebbe neppure il caso di consigliare il riflettore; perchè i rinforzi che esso produrrebbe nelle immagini dei singoli corpi sarebbero evidentemente legati alla trasparenza di questi. Risultati corretti non si possono dunque avere con questo metodo, se non quando si ricorra al dispositivo della nostra esperienza 2^a.

(¹) Röntgen, Rend. Lincei, luglio 1896. — Röntgen, 3^a Memoria.

Tale imperfezione a noi preme di rilevare, innanzi tutto perchè è senza dubbio in causa di essa che nelle nostre prime esperienze (1) fummo condotti, come già del resto il Röntgen (2) ed il Villari (3), a ritenere nullo il potere diffusivo dell'alluminio. Ed anche perchè su esperienze eseguite col metodo Röntgen, recentemente Voller e Walter (4) hanno voluto stabilire un nesso fra il potere diffusivo dei diversi corpi semplici e la distribuzione dei corpi stessi nel sistema periodico di Mendeleeff; ora siffatte conclusioni non ci appaiono al sicuro da ogni obbiezione.

IX. Volendo far ricerche sul potere di diffusione dei diversi corpi, evitando la causa d'errore ora accennata, noi abbiamo quindi abbandonato il metodo Röntgen per quello diretto; facendo cioè arrivare su di una lastra fotografica solamente i raggi riflessi.

Sui risultati delle nostre esperienze riferiremo prossimamente in altra Nota.

Fisica. — *Emissione contemporanea di raggi ortocatodici da ambedue gli elettrodi e proprietà della luce violacea nei tubi del Crookes.* Nota del dott. ALESSANDRO SANDRUCCI, presentata dal Socio BLASERNA.

Oltre i raggi che Silvanus Thomson chiama *ortocatodici*, cioè gli ordinari raggi che, irradiando dal catodo, provocano la fluorescenza sul vetro anticatodico, vi portano carica elettrica negativa e sono deviabili da una calamita, il Perrin (5) e, sopra maggior fondamento sperimentale, il Villari (6), ammettono anche nei tubi a vuoto l'esistenza di raggi *anodici*, i quali, invece di seguire come i primi un cammino rettilineo, si diffondono tutto intorno, apportando ovunque carica positiva, e, secondo il Perrin, sentono persino l'azione del campo magnetico. Più recentemente C. Maltèzos (7), studiando la fosforescenza antianodica ed i suoi mutamenti di aspetto sotto l'azione di un conduttore in comunicazione col suolo, è venuto anche lui ad ammettere l'esistenza di raggi anodici. Parrebbe che egli intendesse sotto

(1) Nota citata.

(2) Prima Memoria.

(3) R. Accademia di Napoli, 15 febbraio 1896.

(4) Loc. cit.

(5) Perrin, *Nouvelles propriétés des rayons cathodiques* (Comptes rendus, v. 121, pag. 1130).

(6) Villari, *Sulle cariche e figure elettriche alla superficie dei tubi del Crookes e del Geissler*. Rend. Accad. d. Lincei, maggio 1896.

(7) Maltèzos, *Sur un système phosphorescent antianodique et les rayons anodiques*. (Comptes rendus, 24 Mai 1897).