

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

2° SEMESTRE



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1897

Matematica. — *Sugli spazii a curvatura costante.* Nota del dott. REMIGIO BANAL, presentata dal Socio BELTRAMI.

Questa Nota sarà pubblicata nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Intorno ad alcune nuove forme di pompe di Sprengel e ad alcune forme semplici di tubi Röntgen.* Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

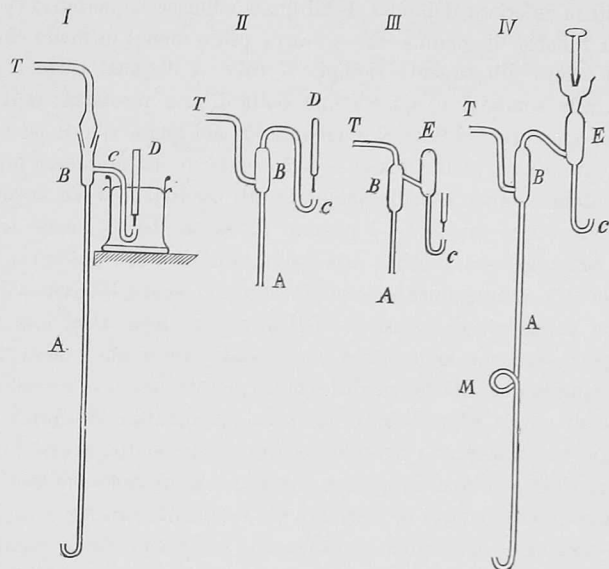
Nel preparare tubi per la produzione dei raggi Röntgen mi sono servito sempre di varie specie di pompe a mercurio che hanno funzionato in modo soddisfacente; sono molto più semplici di quelle generalmente in uso, e sono di facile costruzione e talora di costo minimo; anche i tubi suddetti di cui mi servii sono molto facili a costruire, in brevissimo tempo, e sebbene non possano certo gareggiare con quelli forniti dai costruttori, pure danno immagini molto nette e sufficientemente intense.

Alcuni anni fa descrissi (Acc. dei Lincei, Rendiconti, 2° sem. 1892) due forme di pompe Sprengel nelle quali cercai di unire la semplicità della forma primitiva, ideata dallo Sprengel, colla perfezione delle forme successive. Nell'uso di esse però mi è risultato che il lungo tubo di caduta del mercurio, saldato all'imbuto, costituiva un insieme soggetto a rompersi, spesso in modo irreparabile, tanto più che occorreva far costruire appositamente gl'imbuto con pallone che servivano in queste pompe.

Sostituii dapprima alla saldatura una congiunzione a mercurio, ma in seguito mi parve che la forma più comoda ed insieme più semplice fosse quella di sifone e costruii ed usai le forme seguenti di pompe (ed altre che non ne differiscono essenzialmente) che sono poco più difficili a costruire e ad usare di un sifone ordinario. Difatti mentre da un lato esse non richiedono per la costruzione che le più semplici operazioni del lavoro del vetro e non presentano che una o due congiunzioni smerigliate che possono essere tralasciate e perciò il costo di esse pompe è di poco superiore a quello d'un sifone, dall'altro lato la loro semplicità rende facile sorvegliarne il modo di funzionare e scoprirne il difetto qualora esso si presenti. Credo perciò che esse siano molto utili anche come strumento di dimostrazione.

La forma I consiste del tubo di caduta del mercurio *A*, lungo circa m. 1,50 e di circa 3 mm. di diametro interno, cui è saldato alla sommità un tubo *B* corto e un po' più largo che termina superiormente con una superficie conica a smeriglio, in cui s'adatta con grasso il tubo *T* in cui si vuol fare il vuoto; è facile altresì usare invece della congiunzione con grasso, una saldatura.

Nel tubo *B* è saldato lateralmente il ramo corto *C* del sifone che termina ricurvo all'insù e con un'apertura capillare ma a pareti spesse che può esser chiusa da un ago tenuto da un manico *D* (del quale parlerò più minutamente in seguito) che funziona a modo di valvola.



Credo utile osservare che ho costruito questa pompa anche sostituendo alle saldature di *A* con *B* e *B* con *C* e alla congiunzione smerigliata, congiunzioni mediante tappi di sovero e mastici (di cui parlerò in seguito) in modo facile ad immaginare.

Collocato sopra una mensolella o altro sostegno alto circa m. 1,50 dal suolo un recipiente piuttosto stretto e profondo con mercurio, immersovi il ramo corto *C* della pompa sifone, sollevato l'ago e attivato il sifone, la pompa agisce aspirando con una rapidità poco minore di quella teoricamente possibile colle dimensioni usate.

Nella forma II, il ramo corto *C* del sifone è saldato alla sommità del tubo *B*, ed a questo invece è saldato lateralmente un tubo *D* ripiegato all'insù che termina colla congiunzione smerigliata in cui s'adatta il tubo *T*. Questa forma richiede una saldatura in più della precedente; essa permette però la misura della rarefazione ottenuta.

Queste due forme sono sprovviste di qualsiasi disposizione per trattenere l'aria trascinata meccanicamente dal mercurio, perchè l'esperienza mi ha di-

mostrato che una tale disposizione (che trovasi nelle forme seguenti) sebbene utile non è completamente indispensabile, perchè la quantità d'aria trascinata di solito è in quantità minima e viene rapidamente riassorbita.

Si può convincersi di ciò (ed è utile farlo per scoprire il possibile difetto della pompa) usando la forma II. A tale scopo si faccia con essa il vuoto in un tubo qualsiasi, quindi mentre la pompa continua a funzionare, si restringa l'orifizio inferiore del tubo *A* dal quale effluisce il mercurio (p. es. per mezzo di un tubetto di gomma che si serra più o meno) in modo che questo non potendo effluire liberamente riempia il tubo *A* e quasi tutto il tubo *B*, ma rimanga alla sommità di questo una bolla di aria rarefatta; la differenza di livello del mercurio nel tubo *B* e nel tubo *T*, nel quale vi è il vuoto, dà la pressione di quest'aria (della quale si può conoscere la pressione iniziale se sono noti il volume iniziale e quello finale). In tali condizioni si faccia continuare l'efflusso del mercurio finchè ne è passato p. es. un litro, l'aria trascinata da esso, si ferma necessariamente alla sommità di *B* e non può esser aspirata perchè il tubo *A* è completamente pieno di mercurio, senza interruzioni, quindi osservando la variazione di pressione dell'aria rinchiusa alla sommità del tubo *B*, si potrà dedurne la quantità che è stata trascinata meccanicamente dall'esterno. Questa quantità mi risultò sempre piccola, nel caso sia delle pompe a sifone che di quelle ad imbuto, e del tutto trascurabile di fronte al gran volume d'aria che il mercurio avrebbe aspirato se la pompa avesse funzionato regolarmente. Così nell'usar la pompa avviene non di rado che se si rinnova senza precauzione la provvista di mercurio del recipiente superiore, molte bolle d'aria sono trascinate dal mercurio cadente e penetrano nella pompa, però quest'aria è aspirata quasi istantaneamente.

Tuttavia è utile e facile trattenere la quantità d'aria anche minima che può essere trascinata meccanicamente; ciò si ottiene nelle pompe III e IV nelle quali il ramo corto del sifone porta superiormente una bolla *E* che si vuota contemporaneamente al tubo *T*, e nella quale l'aria suddetta viene trattenuta finchè essa non raggiunge una pressione di parecchi millimetri, ciò che richiede molto tempo.

È comodo che la bolla *E* alla parte superiore possa essere aperta o chiusa mediante un tappo smerigliato, come vedesi nella figura IV; in tal modo, quando si vuol attivare la pompa si può versare rapidamente mercurio nella bolla e così scacciare da essa tutta l'aria, e attivare il sifone senza ricorrere all'aspirazione dalla parte inferiore di *A*. È utile inoltre che il tubo *C* penetri dentro la bolla *E* fino alla parte superiore, così si evita meglio che qualche bolla d'aria invece di fermarsi nella bolla, passi nel tubo di comunicazione colla pompa. Per impedire che l'aria trascinata meccanicamente penetrasse nella pompa, provai anche altre disposizioni che non differiscono essenzialmente dalle precedenti, e che perciò credo inutile descrivere; accennerò solamente che si può, p. es., stabilire la comunicazione fra la bolla *E* ed il resto della pompa IV con una con-

giunzione a mercurio; perciò il tubo che viene dalla pompa, attraversa un tappo, coperto di mercurio, che chiude il fondo dell'imbutino. Provai altresì ad immergere il ramo *C* entro una bottiglia sormontata da un imbuto, piena di mercurio e chiusa da un tappo attraversato dal tubo *C*; in tal modo, quando la pompa agisce nella bottiglia, si forma un vuoto parziale ed il mercurio vi si spoglia d'aria.

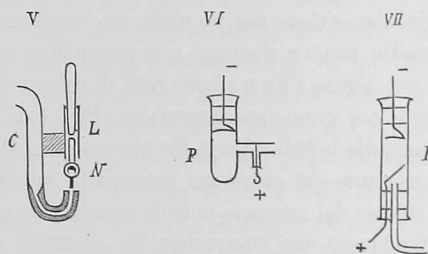
Una disposizione che è utile sebbene spesso non del tutto indispensabile, è quella introdotta da Rood e che nella forma IV vedesi in *M*. Essa consiste nel ripiegare il tubo *A* in modo che esso formi un anello, a circa 75 cm. dall'orifizio inferiore, ed ha per iscopo d'impedire che le bolle d'aria trascinate dal mercurio ritornino a galla e quindi nella pompa; nell'anello rimane sempre una colonnetta di mercurio che le bolle suddette non possono spostare. La disposizione che ho usato con curvatura continua, senza punti di flesso, è molto facile a costruire e si può inoltre evitare che il tubo diventi più fragile col legare e fissare i due rami di tubo, nel punto ove s'incontrano, con spago e con gesso oppure ceralacca. Però è da notare che finché dura l'efflusso del mercurio le bolle d'aria che vengono a galla sono imprigionate dalle gocce di mercurio che si trovano ancora alla sommità del tubo *A* e che quando cessa l'efflusso del mercurio le bolle piccole rimangono aderenti al vetro, e le grandi producono una interruzione del mercurio e sono trattenuate per effetto della tensione superficiale di esso.

Per mettere in azione queste pompe essendo il ramo corto *C* aperto e immerso nel mercurio occorre attivare il sifone, e a tal uopo occorre esercitare all'estremità inferiore del tubo *A* una leggera aspirazione, facendo uso d'una piccola pompa o della bocca, coll'intermezzo d'un tubo di gomma; basta diminuire la pressione di due o tre centimetri perchè il mercurio oltrepassi la curvatura del sifone e incominci a cadere e continui poscia per il peso delle colonne cadute. Se però si fa uso d'una piccola pompa a stantuffo è utile non aprire il tubo *C* fintanto che non si è prodotta con essa tutta la rarefazione che può produrre, perchè così si evita tutto il periodo in cui la pompa a mercurio è meno attiva; occorre però aver cura di evitare che il mercurio penetri nella pompa a stantuffo.

Per regolare o far cessare l'efflusso del mercurio mi son servito d'un grosso ago, fissato ad un manico, la cui parte conica penetrava nell'orifizio capillare del tubo *C*; spesso anche senza lavorare nè il tubo, nè l'ago, la chiusura è se non perfetta almeno sufficiente per rendere l'efflusso del mercurio molto lento (p. es. una goccia ogni minuto primo) ciò che è piuttosto vantaggioso che nocivo; si può del resto ottenere facilmente che la chiusura sia perfetta, bagnando l'ago con una poltiglia di smeriglio fino e facendolo ruotare nell'orifizio suddetto finché le due parti consumandosi vengano a combaciare esattamente.

È utile inoltre e pressochè indispensabile che l'ago suddetto sia guidato nei suoi movimenti (altrimenti venendosi ad adattare nell'orifizio un po' di traverso facilmente lo rompe) e che inoltre funzioni da valvola che chiuda automaticamente l'orifizio quando il mercurio nel recipiente scende sotto un certo livello, evitando così che questo s'abbassi tanto da lasciar scoperta l'estremità del tubo *C* e permetta l'entrata dell'aria nella pompa, con proiezione di goccioline di mercurio in tutto il tubo *T*.

Questa valvola si costruisce facilmente fissando l'ago alla parte inferiore d'una bolla di vetro *N*, alla parte superiore della quale è fissata un'astina che scorre entro un tubo verticale *L* fissato alla parte superiore del tubo *C* (fig. V).



È bene che il peso della bolla sia di poco inferiore alla spinta del mercurio, e che essa sia zavorrata alla parte inferiore in modo che l'ago e l'astina rimangano verticali senza esercitar troppa pressione sul tubo che serve di guida, e che allorquando si abbassa il livello, abbassandosi la bolla l'ago vada per diritto nell'estremità del tubo *C*. Per regolare o far cessare l'efflusso del mercurio, il tubo *N* alla parte superiore è guarnito internamente di carta o stoffa, e dentro di esso può scorrere a sfregamento dolce un'astina, abbassando la quale si fa abbassare più o meno la bolla *N* e l'ago che serve di tappo.

Se il recipiente superiore che contiene il mercurio fosse un po' largo, una quantità non piccola di mercurio, cioè quella compresa fra il fondo e il livello al quale si chiude la valvola, rimarrebbe inattiva; quando si creda, p. es. per economia di mercurio, di evitar ciò, si potrà riempire il fondo del recipiente con gesso, lasciando in questo una cavità sufficiente per contenere la parte inferiore del tubo *C* fino alla base della bolla.

Riguardo alla rapidità con cui agiscono queste pompe, ritengo che essa non sia diversa da quella delle altre pompe di Sprengel, perchè la parte essenziale, il tubo *A*, è la stessa in tutte, solamente accoppiando parecchi tubi la rapidità aumenta in proporzione. La pompa agisce lentamente quando la pressione dell'aria che si aspira è grande, perchè tale pressione fa equilibrio al peso delle colonnette di mercurio le quali riescono separate da piccoli intervalli. È perciò utile, specialmente se si fa il vuoto in un tubo di molta capacità,

di produrre una discreta rarefazione per mezzo d'una pompa a stantuffo che si può far agire all'estremità del tubo *A*; in questo caso è comodo adattare a questa estremità con un tubetto di gomma un robinetto a tre vie, per poter porre la pompa di Sprengel prima in comunicazione colla pompa a stantuffo e poscia coll'atmosfera, allorchè è incominciato l'efflusso del mercurio.

Quando la rarefazione è un po' avanzata, le gocce di mercurio cadono senza fermarsi dalla sommità del tubo *A* fino al livello del mercurio, producendo così nelle pompe da me usate un'aspirazione di circa 5 cm^3 d'aria per ogni goccia di mercurio di circa $0,05 \text{ cm}^3$ di volume. Quindi 100 cm^3 di mercurio aspiravano $5 \times 20 \times 100 \text{ cm}^3$ d'aria, ossia 10 litri d'aria, e se le gocce si succedevano ad intervalli d'un secondo, in un minuto venivano aspirati circa 300 cm^3 d'aria. Così nei tubetti *T* di poca capacità, da me usati, bastavano 7 o 8 gocce di mercurio per far sparire la luce violetta dei tubi Geissler e far comparire i raggi catodici e i raggi Röntgen.

Un inconveniente che può esser d'ostacolo alla rapidità dell'evacuazione, è la tendenza del mercurio di formare strisciando sul vetro una vena sottile che produce goccioline di mercurio che potrebbero cadere senza aderire al tubo *A* e lasciare quindi sfuggire l'aria che dovrebbero rinchiudere nel tubo *A* e trascinare in basso. Si può rimediare in vari modi, specialmente nella pompa *I*, cioè modificando l'orifizio del tubo *C* nel tubo *B*, o disponendo entro il tubo *B* una piccola bacinella che arresti la vena, ma più sicuramente facendo sì che il tubo *A* alla parte superiore si restringa alquanto, affinché le gocce non possano attraversarlo senza aderire alle pareti e trasformarsi in colonnette.

I tubi da me usati per la produzione dei raggi Röntgen fin dai primi tempi dopo la scoperta di essi, sono molto facili a costruire e modificare e danno ombre molto nette. Dapprima usavo tubetti d'assaggio *P*, di 6 a 8 mm. di diametro, cui saldavo lateralmente un tubo per la congiunzione colla pompa (fig. VI e VII) Il catodo era ritagliato da una lamina d'alluminio, in forma d'un dischetto con una coda; rendevo il dischetto concavo coll'estremità arrotondata d'una asta di ferro, ripiegavo la coda come appare nella figura, e la infiggevo attraverso un piccolo tappo di sovero che s'adattasse comodamente nel tubo *P*. Circondavo quindi la lista suddetta, dalla parte del disco con pezzetti o con uno strato di mastice, e mentre questo era solido, introducevo il tappo nel tubo *A* e riscaldavo questo lentamente in modo che il mastice fondesse e formasse uno strato omogeneo di 5 o 10 mm. sopra il tappo di sovero. La chiusura così è ottima, facile a fare e a disfare. L'anodo è fissato come vedesi nella figura. Per evitare che il vetro fondesse per l'azione dei raggi catodici, immergevo come han fatto altri l'estremità del tubo in una scatoletta di carta paraffinata piena d'acqua. Provai anche a far cadere i raggi catodici, invece che sul vetro, sopra lamine di spatofluoro, alluminio, utilizzando i raggi emessi anteriormente, ma non mi parve di trovarvi vantaggio.

Allorchè si generalizzò l'uso dei tubi focus, trasformai il tubo suddetto in tubo focus, collocando sul fondo una lamina ellittica di platino a 45° dall'asse, che fissavo in vari modi e fra gli altri con una goccia di smalto. (In mancanza di questo, Diakonoff consiglia ed io usai lo smalto delle spille che si trovano comunemente in commercio).

Costruii anche un tubo focus senza saldature dal quale ottenni buoni effetti come dagli altri (fig. VII).

Come mastice usai prima la ceralacca ordinaria, ed usando le pompe di Geissler avevo solo l'inconveniente di dover spesso rinnovare la rarefazione. Quando però volli usare le pompe di Sprengel, non ottenevo se non con gran difficoltà la rarefazione sufficiente; attribuivo ciò a difetto della pompa (o del vetro) che cercai di modificare per togliere la supposta imperfezione, mentre l'inconveniente stava in ciò che la ceralacca emetteva continuamente vapori; l'aria introdotta nella pompa era aspirata quasi istantaneamente, come appariva dalla colorazione delle scariche, ma rimaneva una sostanza che emetteva una luce bianca e che certamente proveniva dalla ceralacca. D'altronde la ceralacca non solo emette vapori, ma riscaldata bolle facilmente pur rimanendo sempre molto viscosa, per cui lascia luogo a dubbio sulla bontà della chiusura.

Usai in seguito colofonia resa meno fragile coll'aggiunta (mentre era fusa) di piccole quantità di olio d'oliva, oppure olio di ricino, o paraffina, o vasilina privata delle parti più volatili con un prolungato riscaldamento, o gomma elastica. Le ultime mescolanze sono le migliori; se si mescola gomma elastica è da notare che questa è quasi insolubile nella colofonia a meno che la temperatura sia così elevata da fondere la gomma, ed allora si può aggiungere una grande quantità di questa.

Tutte queste mescolanze hanno il pregio di poter essere riscaldate molto sopra il punto di fusione, senza che bollano, esse allora diventano fluidissime, penetrano per capillarità in tutti gl'interstizi, e solidificandosi formano una massa compatta, omogenea che guarentisce un'ottima chiusura. Le miscele con olio di ricino, vasilina condensata e paraffina hanno inoltre il vantaggio d'esser trasparenti e i possibili difetti divengono visibili. Occorre però avvertire che la quantità di olio di ricino ecc. deve essere molto piccola altrimenti la massa rimane plastica anche a temperatura ordinaria, e sotto una pressione continuata, come p. es. la pressione atmosferica, viene a cedere. Inoltre un eccesso specialmente di olio o di olio di ricino fa sì che il mastice nel vuoto produce bolle che distruggono l'omogeneità della massa.

Ho provato a privar la colofonia delle parti più volatili, scaldandola fortemente mentre facevo il vuoto con una pompa di Sprengel; l'effetto è stato nocivo, perchè s'è prodotta una sostanza più volatile che ha tappezzato l'interno della pompa e rese questa inservibile finchè non venne ripulita.

Ultimamente sostituì al mastice la lega di Wood, la quale certamente non emette vapori sensibili, operando del resto come per il mastice. Però sic-

come la lega non aderisce completamente al vetro, per essere più sicuro d'avere una buona chiusura, dopo che la lega era fusa, toglievo il tappo di sovero e versavo nello spazio che rimaneva vacante uno strato di mastice ben fuso. Una simile chiusura è così buona come quella ottenuta saldando vetro e platino, però non so se a lungo andare resista ai vapori di mercurio, che però nella durata d'un giorno non pare che producano il minimo effetto.

Un vantaggio di questi tubi, oltre alla facilità di costruzione, si ha nella rapidità colla quale vi si produce il vuoto; se il tubo non è umido, pochi minuti di aspirazione sono sufficienti perchè la pressione passi dalla pressione atmosferica a quella necessaria per ottenere i raggi Röntgen. Le ombre sono altresì molto nette e con essi tubi potei ottenere l'immagine netta senza traccia di diffrazione di un reticolo di fili di 0,05 mm. distanti pure 0,05 mm. essendo il reticolo ad ugual distanza (10 cm.) dalla lastra e dal tubo. L'intensità dei raggi era sufficiente per produrre sulla lastra fotografica un'immagine intensa delle dita in circa 5', ma a causa della nettezza dei contorni l'immagine era completa anche con una durata molto minore.

Nelle condizioni in cui operavo, cioè con tubi chiusi con mastici diversi non era possibile ottenere le estreme rarefazioni, nè io lo tentai, perchè allora mi sarebbe stata necessaria un'azione più potente da parte del rocchetto. La rarefazione che ottenevo era tale che la resistenza del tubo era uguale a circa 15 mm. d'aria fra fili di 2 mm. di diametro. I raggi Röntgen così ottenuti erano perciò non molto penetranti e le ossa d'un braccio anche sottile risultavano appena visibili sia col crittoscopio che colle lastre fotografiche.

Fisica terrestre. — *Risultati delle determinazioni magnetiche in Sicilia, e cenni sulle perturbazioni nelle isole vulcaniche e nei dintorni dell'Etna.* Nota di LUIGI PALAZZO, presentata dal Socio TACCHINI (1).

1. Nell'estate del 1890, dal direttore dell'Ufficio Centrale di Meteorologia, ebbi l'incarico di eseguire le determinazioni magnetiche in molti punti della costa sud-ovest della Sicilia e nei vicini isolotti, estendendole anche a Tunisi ed a Malta, mentre, contemporaneamente al mio lavoro, il prof. Chistoni dell'Università di Modena doveva fare il rilievo del restante territorio siculo. In attesa che veda presto la luce il volume XVIII degli *Annali dell'Ufficio centrale meteorologico e geodinamico*, contenente il resoconto completo e dettagliato delle misure da me fatte in Sicilia, credo intanto non inopportuno (conforme alla consuetudine già altre volte adottata) di comunicare all'Accademia i risultati definitivi delle misure stesse, riassumendoli nella tabella che segue.

(1) Presentata nella seduta del 7 novembre 1897.