

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCVI.

1899

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VIII.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1899

Si ha quindi il teorema seguente:

Le sole superficie che per rotazione e per traslazione lungo un medesimo asse o, generano famiglie di Lamé sono, oltre i piani e le sfere, le superficie modanate in cui la sviluppabile direttrice è un cilindro circolare parallelo ad o, e le superficie di Joachimstal in cui le linee di curvatura di un sistema sono tutte su sfere di egual raggio coi centri sull' asse o.

Fisica. — *Intorno alla dilatazione termica assoluta dei liquidi e ad un modo per aumentarne notevolmente l'effetto.* Nota II di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

In una Nota precedente descrissi un modo per aumentare a volontà la differenza di livello che si produce nell'apparecchio di Dulong e Petit per effetto della dilatazione termica dei liquidi; esso consiste nel sostituire al tubo ad U di Dulong e Petit un tubo ad elica a spire rettangolari coi lati rispettivamente verticali e orizzontali. Se si riscalda un lato dell'elica, supposta piena di liquido, in ciascuna spira si produce una differenza di pressione agente nello stesso senso per tutte le spire, e nei rami estremi dell'elica si manifesta una differenza di livello tanto maggiore quanto maggiore è il numero delle spire.

Collo scopo di studiare il modo di funzionare del metodo, volli eseguire esperienze di misura con un apparecchio di maggiori dimensioni di quello usato per dimostrazione, e con le opportune cure per avere temperature costanti e ben determinate. Mi proposi di determinare la dilatazione dell'acqua da 0° a 100°, e sebbene le difficoltà incontrate a causa della ristrettezza dei mezzi di cui potevo disporre, e le incertezze inevitabili nella costruzione di un nuovo apparecchio e nell'uso di un nuovo metodo non mi abbiano permesso finora di eseguire altre esperienze all'infuori d'una sola preliminare, dovendo per non breve tempo interrompere l'esperienze, credo utile descrivere l'apparecchio da me usato ed il modo di procedere delle medesime.

Volli sperimentare con un'elica di 10 spire e con tubi verticali di un metro; siccome però mi sarebbe stato difficile costruirla tutta d'un pezzo, e adoperarla senza romperla, deliberai di stabilire le comunicazioni fra i tubi orizzontali e le estremità ripiegate orizzontalmente dei tubi verticali mediante corti tubi di gomma.

Come apparecchio di riscaldamento a 100° usai una grande stufa a vapore a doppia parete, quale si usa per determinare il punto 100° dei termometri, di cui feci prolungare il cilindro esterno e quello interno (che aveva 18 cm. di diametro) in modo che avessero l'altezza di m. 1,20. Alla parte superiore di questi feci saldare una tubulatura laterale simile e sulla stessa

verticale di quella che già trovavasi alla parte inferiore, che attraversa i due cilindri e che serve ordinariamente pel manometro ad acqua; la distanza verticale degli assi di queste due tubature era di 1 metro.

Per raffreddare a zero, o per mantenere alla temperatura ambiente l'altro lato dell'elica, usai un recipiente cilindrico d'ottone alto circa 1,20 m. con due tubature laterali, una in alto, l'altra in basso, collocate lungo una stessa verticale e cogli assi distanti 1 metro. Tanto la stufa che questo bagno erano collocati sopra solidi treppiedi, in modo che le tubature suddette, inferiori e superiori rispettivamente fossero alla stessa altezza, prospicienti l'una all'altra, distanti circa 90 cm. e cogli assi coincidenti.

I tubi verticali erano di vetro, di 4 mm. di diametro, ed in origine avevano la lunghezza di circa 1,30 m.; furono poi ripiegati ad angolo retto alle estremità, colle precauzioni più sotto indicate, in modo che la distanza fra gli assi dei tratti ripiegati fosse quella voluta di circa 1 metro. Questi tubi ripiegati si potevano introdurre agevolmente nella stufa o nel bagno, si poteva farne sporgere le estremità ripiegate al di fuori delle tubature suddette e stabilire le comunicazioni fra i tubi della stufa e quelli del bagno, mediante tubi orizzontali di vetro lunghi circa 60 cm. e congiunti alle estremità ripiegate dei tubi orizzontali mediante corti tubi di gomma, in modo da formare l'elica voluta. In tal modo l'apparecchio non è punto fragile, si può facilmente comporre e scomporre, e nel caso che qualcuno dei tubi presenti qualche difetto o si rompa, lo si può facilmente cambiare; inoltre l'altezza dei tratti di tubo che si trovano sia a 0° che a 100° è perfettamente determinabile col catetometro, osservando i tratti ripiegati orizzontalmente che sporgono sia dal bagno che dalla stufa.

Usando tubi di 4 mm. di diametro e tenuto conto dello spessore dei tubi di gomma per le congiunzioni, entro tubature di 15 mm. di diametro si possono far passare 7 tubi, in modo da formare un'elica di 7 spire, ed entro tubature di 25 mm. di diametro si potrebbero far passare 19 tubi e formare un'elica di 19 spire; nel mio apparecchio le tubature avevano 22 mm. di diametro ed usai un'elica di 10 spire, non senza qualche difficoltà a causa delle imperfezioni della costruzione degli apparecchi. Affinchè le estremità ripiegate dei 10 tubi verticali possano stare simultaneamente entro le tubature circolari suddette, bisogna che questi tubi abbiano diverse lunghezze, e perciò i tubi da me usati formavano 3 strati, uno di 3 tubi lunghi circa 99 cm., uno di 4 tubi lunghi 1 metro ed uno di 3 tubi lunghi 101 cm., riuniti in modo che i tubi più corti fossero compresi fra le ripiegature di quelli più lunghi.

Affinchè i tubi così congiunti non formassero un arruffio non facilmente estraibile, era necessario anzitutto che essi fossero piegati regolarmente e che avessero esattamente le lunghezze prescritte; deviazioni anche piccole, specialmente nella grandezza dell'angolo dei tratti ripiegati, rendono molto difficile

l'unione del sistema dei tubi. Perciò per piegare regolarmente i tubi feci uso d'un telaio di legno coi lati orizzontali lunghi 98,5 cm. e coi lati verticali ben perpendicolari ad essi e lunghi circa 20 cm.; sulla faccia orizzontale superiore di questo telaio fissai a 10 cm. da ciascuna estremità un blocco di legno; questi erano di ugual spessore e su di essi collocavo il tubo di vetro da ripiegare. Riscaldando il tubo in corrispondenza delle facce verticali del telaio, e facendo uso della fiamma da smaltatore un po' bianca, la cui azione è più limitata e meglio definita che non quella di Bunsen, il tubo si rammollisce e lentamente si piega per effetto del peso delle estremità; scaldando lentamente, e spostando opportunamente la fiamma si riesce agevolmente ad ottenere che le estremità si adattino esattamente contro le facce verticali del telaio, ed abbiano l'inclinazione e la distanza voluta. Del resto le ripiegature si spostano facilmente senza deformarsi, qualora si scaldi e si allarghi di poco un lato della ripiegatura e poscia si scaldi e si richiuda l'altro lato della ripiegatura stessa. Adattando sulle facce verticali del telaio lamine di legno di spessore conveniente, potei ottenere le 3 lunghezze di tubi richiesti.

I tubi che avevo a mia disposizione, che si trovavano in questo Gabinetto fisico da tempo immemorabile, scaldati si svetricavano, facilmente si sformavano e riuscivano molto fragili; per evitare questo inconveniente ed altresì per determinare con maggior esattezza la lunghezza dei tratti di tubo a 100° o a 0°, le estremità ripiegate dei tubi verticali erano formate da tubi capillari a pareti spesse (tubi da termometro); perciò usai tubi di vetro di 4 mm. di diametro lunghi circa 98 cm., alle cui estremità saldavo due tratti di tubo capillare lunghi circa 18 cm. sui quali veniva a cadere la ripiegatura che facevo nel modo sopra indicato. Un'avvertenza importante da seguire quando si fanno le saldature del tubo capillare col tubo di maggior diametro, si è quella di evitare la produzione di rigonfiamenti, e di cambiamenti bruschi di diametro nel punto delle saldature, ed anzi di far sì che il foro capillare si raccordi col foro di maggior diametro con un lungo tratto leggermente conico; ciò per evitare che poi, durante l'esperienza, vi si formino o trattengano bolle d'aria. In ciascun gruppo dei tubi di ugual lunghezza, cioè di 99, 100 e 101 cm., i tubi componenti, già muniti dei corti tubi di gomma che dovevano servire per le congiunzioni, erano tenuti assieme da fascette di lamina sottile d'ottone, prima legate strettamente e poi saldate, in modo che i tratti ripiegati si trovassero su di un piano un po' inclinato, talchè osservando poi col catetometro, le estremità anteriori non venissero a coprire interamente quelle posteriori; i 3 gruppi poi furono riuniti nel modo già indicato, separandoli con laminette piane metalliche in modo che l'insieme dei 10 tubi formasse un sistema di tubi disposti regolarmente in 3 strati vicini ma non a contatto. Introdotti questi tubi nella stufa e nel bagno rispettivamente, questi ultimi non dovendo subire una notevole variazione di temperatura, vi furono fissati riempiendo con gesso gl'interstizi nelle tubulature e più tardi imbevendo il

gesso con paraffina fusa. Invece i tubi introdotti nella stufa furono lasciati riposare liberamente entro le rispettive tubulature, e gl'interstizi vennero riempiti di cotone.

Completai poi le comunicazioni in modo da formare l'elica di 10 spire mediante tubi orizzontali di vetro di 4 mm. di diametro, di conveniente lunghezza (circa 60 cm.) e corti tubi di gomma, avvicinando poi lentamente e progressivamente la stufa e il bagno in modo che questi tubi orizzontali fossero quasi a contatto colle estremità ripiegate che dovevano mettere in comunicazione. Nella disposizione da me adottata, i due tubi che stabiliscono la comunicazione fra due strati diversi, hanno necessariamente un'inclinazione di 5 mm. circa su una distanza di 600 mm., perchè l'elica incominciava coi tubi più lunghi (101 cm.) che percorreva tutti, poi passava successivamente nei 4 tubi medi, e poi in quelli corti coi quali terminava; incominciando e terminando l'elica coi tubi medi, sarebbe stato possibile ottenere che i tubi di passaggio da uno strato all'altro avessero avuto inclinazioni due a due uguali e contrarie.

Le estremità libere dell'elica si trovavano nel lato orizzontale inferiore e il più lontano possibile dalla stufa, e comunicavano con due tubi di gomma lunghi oltre 1 metro che terminavano con due tubi di vetro, aperti e adiacenti, di circa 1 cm. di diametro.

Nel mettere in azione questo apparecchio, si presentarono parecchie difficoltà. Nel riempire l'elica di acqua bollita si formarono parecchie bolle d'aria, alcune delle quali rimanevano prigioniere e invisibili nei rigonfiamenti di alcune saldature più imperfette. Continuando a far passare acqua bollita, il loro numero e la loro grandezza andò diminuendo, poi invertendo la direzione della corrente d'acqua, potei spingerle nei tubi orizzontali, dove non solo divennero così visibili, ma le potei anche scacciare staccando la congiunzione di gomma presso la quale trovavasi la bolla. Occorreva però che in entrambi i tubi con cui terminava l'elica, l'acqua si trovasse ad un livello più alto dei tubi orizzontali superiori, cosicchè l'acqua effluisse lentamente da entrambi i lati della congiunzione interrotta. Invece il far il vuoto nell'apparecchio riuscì più dannoso che utile, perchè a causa del cattivo stato delle congiunzioni in gomma, da esse penetravano numerose bolle.

Un altro inconveniente preveduto era quello della lentezza con cui passava il liquido e si stabiliva l'equilibrio delle pressioni nell'interno dell'elica. Thiesen, Scheel e Diesselhorst nel loro apparecchio secondo Dulong e Petit, avevano stabilito alla base dei tubi verticali due tubi di comunicazione, uno piuttosto largo che si poteva chiudere con un robinetto ed uno capillare lungo 2 metri, esattamente livellato che doveva servire durante la misura. A causa però delle oscillazioni della temperatura e della lentezza con cui si uguagliavano le pressioni attraverso questo lungo tubo capillare, esso non fu potuto usare.

Avendo intenzione di sperimentare a temperature ben costanti quali quella del ghiaccio fondente e dell'ebollizione dell'acqua, tale inconveniente non avrebbe avuto importanza nel mio apparecchio, sebbene la lunghezza complessiva dei tubi capillari fosse di 4 m.; pur troppo però quelli che avevo a mia disposizione erano molto più capillari di quello che fosse necessario, e l'inconveniente accennato veniva inutilmente accresciuto. Tuttavia, siccome da esperienze preliminari risultò che ciascuno dei tubi verticali, colle sue due appendici capillari, per una differenza di pressione agli estremi di 1 metro d'acqua, lasciava passare 10 cm³ d'acqua al minuto, e quindi il sistema dei venti tubi avrebbe lasciato passare 0,5 cm³ d'acqua al minuto, credetti di poter evitare sufficientemente l'inconveniente accennato. Nel fatto risultò che attraverso l'elica per una pressione di m. 2,50 d'acqua passava 1,25 cm³ d'acqua al minuto, e siccome la capacità totale calcolata dell'elica era di circa 200 cm³, occorreano circa 3 ore perchè l'acqua si rinnovasse completamente, supposto che essa si spostasse senza mescolarsi colla sopravveniente. Essendo la temperatura di tutti i punti dell'elica uguale a quella ambiente e stabilendo fra i livelli del liquido nei tubi estremi una differenza di circa 100 mm., questa diminuiva di 1 mm. ossia di 1/100 del suo valore per minuto.

Finalmente un terzo inconveniente fu che riscaldando la stufa a 100°, nei tubi in essa contenuti si svilupparono bolle di aria e vapore che interrompevano la colonna d'acqua ed impedivano che essa obbedisse liberamente alla pressione idrostatica. Per evitare ciò, non solo riempii l'apparecchio di acqua lungamente bollita, ma vi mantenni per una intera notte una corrente di acqua bollita che facevo effluire con una pressione di 2,50 metri d'acqua. A tale scopo facevo bollire lungamente l'acqua in un gran bicchiere di vetro sottile (coperto con un recipiente di latta contenente acqua fredda, che rinnovavo di tanto in tanto quando era riscaldata). Collocato poi il bicchiere sopra un sostegno molto elevato, per mezzo d'un lungo tubo a sifone congiunto a un' estremità dell'elica facevo scorrere in questa l'acqua bollita. Inoltre, durante l'esperienza, i due tubi con cui terminava l'elica erano in comunicazione con un serbatoio d'aria alla pressione di circa 2 metri d'acqua oltre la pressione atmosferica.

Tuttavia, forse perchè i tubi di gomma e le cavità che presentavano i tubi svetrificati fornivano una larga provvista d'aria, non mi riuscì d'evitare completamente il suddetto inconveniente; non v'è dubbio che continuando a far passare acqua bollita nell'apparecchio, sarei riuscito ad esaurire la provvista d'aria chiusa nella gomma o nelle cavità del vetro, ma essendosi rotti due tubi della stufa (forse troppo strettamente legati) e dovendo a ogni modo interrompere le esperienze, non volli rimettere i tubi rotti o sperimentare coll'elica di 8 spire, contando di riprendere le esperienze in in migliori condizioni.

Nella seguente tabella sono esposti i risultati di una serie di esperienze; la temperatura della stufa era di 99°,9; quella dell'altro recipiente 27°,5; è da notare che questo, non essendo ben saldato e lasciando sfuggir l'acqua, era vuoto ed i tubi si trovavano in un bagno d'aria. I termometri erano stati accuratamente confrontati con un campione di Baudin. Nella 1ª linea trovansi i valori del dislivello h osservato nei tubi estremi dell'elica; nella 2ª linea trovasi il valore $dh:dx$ della variazione di esso dislivello per minuto primo dedotto da molte osservazioni ripetute, che non duravano mai meno di 10'.

h mm.	418,5	394	354	383	374	369
$\frac{dh}{dx}$	- 0,44	- 0,14	+ 0,48	0	0,075	+ 0,11

I diversi valori di h furono ottenuti sollevando o abbassando l'uno o l'altro dei tubi estremi, in modo che la differenza di livello fosse ora maggiore ora minore di quella presunta corrispondente all'equilibrio, alla quale successivamente cercavo di avvicinarmi; pur troppo però la produzione di bollicine d'aria o di vapore gettavano qualche dubbio sui risultati, in quanto che il rallentamento o la cessazione dei movimenti delle colonne liquide poteva dipendere da ostruzione parziale o totale dei tubi capillari. Rimediavo temporaneamente a ciò sollevando di molto uno dei tubi estremi (e precisamente quello che comunicava immediatamente colla parte inferiore d'un tubo della stufa), in modo da costringere le bollicine supposte che dovevano trovarsi alla parte superiore dei tubi della stufa a passare nei tubi orizzontali, dove a causa della loro piccolezza, della bassa temperatura e del maggior diametro dei tubi, divenivano innocue.

Prima d'incominciar le esperienze, quando la stufa e il bagno erano a temperatura ambiente, determinai il valore di $dh:dx$, producendo un dislivello di 7 cm. ed osservando la sua variazione col tempo, dalla quale risultò $dh:dx = 0,0105 h$; però avendo trascurato di invertire il dislivello e non essendo sicuro della vera posizione d'equilibrio dei due livelli, a causa delle possibili differenze di temperatura della stufa a doppia parete e del bagno a una sola parete, il numero così trovato non ha molto valore e conviene quindi, per dedurre il valore di h corrispondente alla posizione d'equilibrio, basarsi unicamente sui risultati riportati nella tabella.

Questo valore di h perciò può variare da 379 a 386 mm. a seconda delle coppie di valori che si considerano. Se si tien conto di tutti i valori, poichè le ragioni per escludere l'uno o l'altro sono troppo incerte, si ha un valore medio di $h = 383$ mm. che soddisfa abbastanza bene alla massima parte delle esperienze e che varia di pochissimo qualunque sia il valore di $\frac{1}{h} \frac{dh}{dx}$ che si adotta.

La lunghezza media dei 3 tubi più lunghi era a 100° di 1013,2 mm., quella dei 4 tubi medi era di 1001,7 mm. e quella dei tre tubi più corti di 989,5 mm. Dei tre tubi anteriori rispetto al catetometro la colonnetta liquida era visibile; degli altri era visibile solo il lato superiore o inferiore del tubo capillare e ne dedussi la posizione dell'asse, poichè m'era noto il diametro di questi tubi. Così l'altezza totale dei tubi a 100° era di metri 10,015, cui faceva equilibrio una uguale altezza di tubi a 27°,5 diminuita del dislivello osservato di 383 mm. Ne risulta per la densità dell'acqua a 100° il valore 0,9583, che è bensì un po' differente da quello 0,9586 trovato col dilatometro; ma la differenza non parrà grande se si considera che l'esperienza riportata è la prima esperienza preliminare.

Possibilmente ripeterò e continuerò le esperienze con un apparecchio modificato secondo gl'insegnamenti che risultano dall'esperienza precedente. Anzitutto credo indispensabile che tutti i tubi verticali abbiano molto approssimativamente la stessa lunghezza (e non già 3 diverse lunghezze come nell'apparecchio descritto); occorrerà quindi far costruire la stufa e il bagno prismatici invece che cilindrici; con tubulature piatte in modo che i tubi vi stiano uno accanto all'altro, e non uno sotto o dentro l'altro; sarà utile altresì usare tubi d'ottone stagnato come hanno fatto Thiesen, Scheel e Dieselhorst, qualora mi risulti che non ne risulta errore sensibile nella misura delle altezze.

Fisica. — *Contributo allo studio del Magnetismo generato dalle fulminazioni nei mattoni.* Nota del dott. PERICLE GAMBA, presentata dal Socio BLASERNA.

Fino dal 1771 G. B. Beccaria ⁽¹⁾ aveva osservato che mattoni colpiti dal fulmine presentavano una magnetizzazione al pari del ferro e dei suoi minerali, ma posteriormente essa fu attribuita invece alla cottura, giacchè, come aveva trovato il Boyle, l'argilla cotta sotto l'influenza del campo terrestre si magnetizza ⁽²⁾. D'altronde non era mai stato osservato alcun mattone prima e dopo la fulminazione, per poter indicare con certezza gli effetti del fulmine. Però sarebbe stato facile dimostrare in due modi, che questa ob-

(1) *Elettricismo artificiale di G. B. Beccaria.* Torino 1771, pag. 307, paragr. 735. — *Deux nouveaux points d'analogie du magnétisme imprimé par la foudre sur les Briques et les Pierres ferrugineuses. Copie d'une lettre écrite dans le 1776 par J. Beccaria à Louis Cotti de Brusasque. Observations sur la Physique etc.* par M. Rozier. Tomo 9, pag. 382, 1777. A Paris.

(2) *Lettre de M. Romme relative à l'aimantation des Briques par la foudre et par le feu ordinaire. Observations sur la Physique etc.* par M. Rozier, Tomo X — Luglio 1777. A Paris.