ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCI.

1894

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME III.

2° SEMESTRE

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1894

« In conclusione: 1°. Ho mostrato che col metodo adoperato si possono determinare facilmente costanti dielettriche anche per liquidi poco isolanti e per brevi durate di carica (1).

« 2°. La relazione $n^2 = d$ può ritenersi completamente verificata, quando n e d siano calcolati in condizioni analoghe.

« 3°. Anche per oscillazioni rapide la costante dielettrica di un dato liquido varia poco, quando, coll'aggiunta di una sostanza disciolta si aumenti, anche notevolmente, la sua conducibilità ».

Fisica. — *Ulteriori esperienze sopra un nuovo tipo d'igrometro.* Nota di G. Agamennone e F. Bonetti, presentata dal Socio Blaserna.

« Nel Rendiconto del 18 settembre 1892 (2) fu inserita una nostra Nota, nella quale descrivemmo un nuovo igrometro destinato a campionare gli ordinari igrometri di uso meteorologico. Riportammo nella detta Nota parecchie esperienze fatte da noi sul nostro apparecchio, le quali provavano che l'esattezza dei risultati ottenuti era soddisfacente per lo scopo prefisso. Solamente notammo che in quelle poche esperienze, nelle quali a bella posta ottenevamo per una stessa massa d'aria la precipitazione del vapore a due temperature successivamente più basse, presentavasi una rimarchevole anomalia, consistente in ciò che l'umidità assoluta cercata sembrava dipendere dalla temperatura di raffreddamento, e precisamente diminuiva coll'abbassarsi di questa, invece di risultare presso a poco la medesima, come ci aspettavamo.

« Nel confronto dell'aria umida, da studiare, coll'aria secca del recipiente sinistro R_1 si poteva temere che l'anomalia dipendesse dal non essere quest'aria perfettamente secca. Infatti, finchè la temperatura di raffreddamento è tale che il residuo di vapore in R_1 resta abbastanza lontano dal punto di saturazione, l'aria in esso contenuta si comporta, per quanto riguarda il modo di funzionare del nostro apparecchio, sensibilmente come se fosse perfettamente secca. Quando invece la temperatura si abbassi sotto il punto di saturazione, o vi si avvicini di troppo, si comprende facilmente che deve prodursi un'anomalia precisamente nel senso osservato. Questo sospetto veniva

(1) Il confronto di due capacità colle oscillazioni elettriche potrebbe farsi in molti altri modi; per esempio: in un punto qualunque si divida in due ciascuno dei fili del secondario: si avranno così quattro fili, dei quali quelli provenienti da lastre opposte potranno essere riuniti alle estremità. Fra due punti opposti dei fili dopo la divisione in due non esisterà alcuna differenza di potenziale, sia lasciando le cose come si è detto, sia quando fra le coppie opposte siano inserite capacità uguali ecc.

(2) Rendic. della R. Accademia dei Lincei. Vol. I°, 2° sem. 1892, serie 5ª, fasc. 6°, pag. 216.

però tolto dal riflettere che se l'anomalia fosse stata veramente prodotta dalla causa accennata, non avrebbe dovuto osservarsi nel metodo di controllo, in cui si misurava di nuovo l'umidità della stessa massa d'aria confrontandola non più coll'aria secca, ma coll'aria satura contenuta nel recipiente destro R_3. Ora la suddetta anomalia si osservava di fatto su per giù in egual misura anche con questo metodo di controllo.

« Abbiamo perciò creduto opportuno intraprendere nel R. Istituto fisico di Roma una nuova serie di esperienze col nostro apparecchio allo scopo di gettare, se fosse possibile, un po' di luce su tal fatto, ed avere nel tempo stesso occasione di provare nuovamente la bontà dell'apparecchio.

*
* *

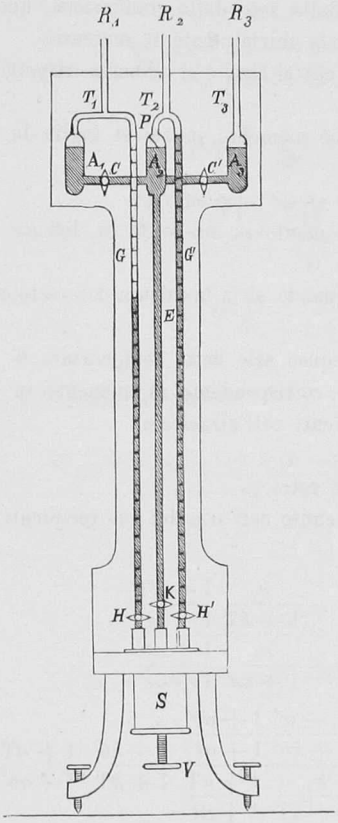
« Per questa nuova ricerca abbiamo sperimentato su masse d'aria sempre satura, e ciò tanto per poter fare il paragone tra i valori delle tensioni massime trovati da noi e quelli riportati nelle tavole d'uso, quanto perchè era da ritenersi che in questo caso il fenomeno da studiare sarebbe stato più accentuato. A questo scopo abbiamo saturata l'aria contenuta nei due recipienti sinistro e destro (R_1, R_3) tenendovi dentro permanentemente una piccola quantità d'acqua. Invece il recipiente mediano R_2 nel corso di queste nuove esperienze è stato sempre tenuto pieno di aria secca (1), e per maggior garanzia sempre in comunicazione coll'esterno attraverso un grosso recipiente con anidride fosforica ed un sistema di tubi essiccanti. Al contrario gli altri due recipienti R_1 ed R_3 stavano in comunicazione coll'esterno per mezzo di un recipiente con acqua.

« Con questa nuova disposizione dell' apparecchio il modo di sperimentare è il seguente. Al principio dell'esperienza il mercurio nel tubo graduato G (2) invece che allo zero, come per l'innanzi, si conduce ad un punto della graduazione più basso, tale che quando dopo il massimo raffreddamento si dovrà sollevare il mercurio per ristabilire l'affioramento alla punta, non abbia da oltrepassare lo zero. Il tubo G′ si empie invece, come al solito, di mercurio fino allo zero della graduazione. Fatto questo, si chiudono i robinetti H ed H′, e si aspetta che l'aria contenuta nei tre recipienti, e posta

(1) Nell'esperienze del 1892 era questo il recipiente destinato a racchiudere l'aria da studiare: ma in questa nuova serie d'esperienze non si poteva far lo stesso, perchè la forma speciale di detto recipiente, che si prolunga in basso con uno stretto tubo di comunicazione, non permetteva di lasciarvi dentro dell'acqua per assicurare la saturazione dell'aria.

(2) Queste lettere e le altre delle diverse parti del nostro apparecchio si riferiscono all'annessa figura, la medesima riportata nella Nota del 1892.

nel modo, che si è detto, in comunicazione coll'atmosfera, abbia raggiunto una temperatura costante, sia dovuta all'ambiente, sia prodotta artificialmente mediante un riscaldamento (1). Si fa allora affiorare il mercurio alla punta P, e si chiude il robinetto K. Subito dopo si toglie la comunicazione dei tre recipienti coll'aria esterna, e si chiude l'uno o l'altro dei robinetti C e C′, secondo che si vuol far prima la misura confrontando il recipiente mediano o col destro o col sinistro.



« Quindi si ottiene un primo raffreddamento del bagno aggiungendovi acqua fredda; e dopo aver raggiunto per un tempo sufficiente la costanza della nuova temperatura, si procede col metodo, già indicato nella Nota precedente, alla misura della differenza di pressione tra l'aria secca del recipiente mediano e quella satura prima di uno, poi dell'altro dei due recipienti laterali. Si hanno così due distinte misure della tensione cercata del vapor acqueo, le quali si centrollano a vicenda.

« Si passa in seguito a raffreddare ulteriormente il bagno, e dopo raggiunta una temperatura costante più bassa, si ripetono le misure come sopra.

« Siano:

V_1, V_2, V_3 le rispettive capacità a zero (2) dei recipienti R_1, R_2, R_3.

(1) Questa temperatura vien misurata nel nostro apparecchio da tre termometri uguali che, attraversando il tappo di ciascun recipiente, penetrano nel suo interno, in modo che il bulbo viene a corrispondere a un dipresso al centro. Detti termometri sono a quinti di grado, ed hanno divisioni di tale lunghezza che il loro decimo può essere comodamente apprezzato: la scala va da — 25° a + 30°. Furono confrontati al principio delle esperienze del 1892 con un buon termometro Tonnelot, di cui si aveva il campionamento recentemente fatto all'Ufficio Internazionale di Pesi e Misure a Parigi, e prima di cominciare la nuova serie d'esperimenti ne fu riverificato lo zero. Tanto la temperatura iniziale del bagno, quanto quella dei successivi raffreddamenti, si è ottenuta prendendo la media delle letture sui tre termometri, che del resto sono andati sempre d'accordo fra loro entro pochi centesimi di grado.

(2) S'intende che nell'assegnare il valore dei volumi V_1 e V_3, si è tenuto conto di quella piccola quantità d'acqua che si è lasciata a bella posta nei due recipienti laterali per assicurare la saturazione dell'aria.

v_1, v_2, v_3 le rispettive capacità, pure a zero, dei piccoli spazi in cui l'aria rimane a temperatura ambiente tanto nei tubetti di comunicazione T_1, T_2, T_3, quanto nella parte superiore dei tre rami A_1, A_2, A_3, del manometro, al di sopra del mercurio. Nelle misure attuali il v_1 comprende anche il tratto di tubo graduato G dallo zero della graduazione, fino in giù alla divisione alla quale si arresta inizialmente il mercurio.

w', w'' i volumi totali delle divisioni di cui si alza o si abbassa rispettivamente il mercurio nei tubi G e G'.

T la temperatura iniziale dei recipienti al momento in cui si toglie la comunicazione coll'aria esterna.

t la temperatura dell'ambiente in questo stesso momento (1).

t', t'' le temperature dell'ambiente nel momento in cui si fa la lettura rispettivamente nei tubi graduati G e G'.

θ', θ'' le temperature di raffreddamento quando si fa la misura col recipiente R_1 o coll'altro R_3.

ψ', ψ'' le tensioni massime del vapore acqueo alle dette temperature θ', θ''.

B la pressione barometrica ridotta a zero, corrispondente al momento in cui si toglie la comunicazione dei recipienti coll'atmosfera.

α il coefficiente di dilatazione dell'aria.

k il coefficiente di dilatazione cubica del vetro.

« La tensione del vapor acqueo, contenuto nell'aria dei due recipienti R_1 ed R_3, sarà rispettivamente (2):

$$f' = B - B\,\frac{V_1 + \dfrac{v_1 - w'}{1+k\theta'}\,\dfrac{1+\alpha\theta'}{1+\alpha t'}}{V_1 + \dfrac{v_1}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}\;\frac{V_2 + \dfrac{v_2}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}{V_2 + \dfrac{v_2}{1+k\theta'}\,\dfrac{1+\alpha\theta'}{1+\alpha t'}}$$

$$+\,\psi'\,\frac{V_1 + \dfrac{v_1 - w'}{1+k\theta'}\,\dfrac{1+\alpha\theta'}{1+\alpha t'}}{V_1 + \dfrac{v_1}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}\;\frac{1+k\theta'}{1+kT}\;\frac{1+\alpha T}{1+\alpha\theta'}$$

$$f'' = B - B\,\frac{V_3 + \dfrac{v_3}{1+k\theta''}\,\dfrac{1+\alpha\theta''}{1+\alpha t''}}{V_3 + \dfrac{v_3}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}\;\frac{V_2 + \dfrac{v_2}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}{V_2 + \dfrac{v_2 + w''}{1+k\theta''}\,\dfrac{1+\alpha\theta''}{1+\alpha t''}}$$

$$+\,\psi''\,\frac{V_3 + \dfrac{v_3}{1+k\theta''}\,\dfrac{1+\alpha\theta''}{1+\alpha t''}}{V_3 + \dfrac{v_3}{1+kT}\,\dfrac{1+\alpha T}{1+\alpha t}}\;\frac{1+k\theta''}{1+kT}\;\frac{1+\alpha T}{1+\alpha\theta''}\,.$$

(1) Nella serie attuale d'esperienze la temperatura iniziale del bagno era il più delle volte superiore di parecchi gradi a quella dell'ambiente: quindi si è dovuto nelle formole tener conto di questa circostanza.

(2) Omettiamo per ristrettezza di spazio lo sviluppo di queste formole, d'altronde facili a stabilirsi, perchè modellate su quelle del termometro ad aria e simili.

« In queste formole ritenendo eguali all'unità alcuni fattori che nel risultato finale influirebbero appena sui centesimi di millimetro, si giunge alle seguenti:

$$f' = B - B\,\frac{V_1 + (v_1 - w')[1 + \alpha(\theta' - t')]}{V_1 + v_1[1 + \alpha(T - t)]}\;\frac{V_2 + v_2[1 + \alpha(T - t)]}{V_2 + v_2[1 + \alpha(\theta' - t')]}$$

$$+ \Psi'\,\frac{V_1 + (v_1 - w')[1 + \alpha(\theta' - t')]}{V_1 + v_1[1 + \alpha(T - t))}[1 + \alpha(T - \theta')]$$

$$f'' = B - B\,\frac{V_3 + v_3[1 + \alpha(\theta'' - t'')]}{V_3 + v_3[1 + \alpha(T - t)]}\;\frac{V_2 + v_2[1 + \alpha(T - t)]}{V_2 + (v_2 + w'')[1 + \alpha(\theta'' - t'')]}$$

$$+ \Psi''\,\frac{V_3 + v_3[1 + \alpha(\theta'' - t'')]}{V_3 + v_3[1 + \alpha(T - t)]}[1 + \alpha(T - \theta')].$$

« Ponendo in queste

$$p' = \frac{V_1 + (v_1 - w')[1 + \alpha(\theta' - t')]}{V_1 + v_1[1 + \alpha(T - t)]} \qquad q = V_2 + v_2[1 + \alpha(T - t)]$$

$$p'' = \frac{V_3 + v_3[1 + \alpha(\theta'' - t'')]}{V_3 + v_3[1 + \alpha(T - t)]}$$

$$r' = V_2 + v_2[1 + \alpha(\theta' - t')] \qquad s' = 1 + \alpha(T - \theta')$$

$$r'' = V_2 + (v_2 + w'')[1 + \alpha(\theta'' - t'')] \qquad s'' = 1 + \alpha(T - \theta''),$$

si ha

$$f' = B - \frac{Bp'q}{r'} + \Psi' p' s'\,; \quad f'' = B - \frac{Bp''q}{r''} + \Psi'' p'' s''.$$

« Queste sono le formole di cui ci siamo serviti nei calcoli; ma facciamo notare che il termine p'' potrebbe anch'esso in pratica farsi eguale ad uno, beninteso quando la differenza fra T e θ'' non fosse eccessivamente grande.

« I risultati delle nostre esperienze sono contenuti nella tabella seguente, dove s'indica con Φ la tensione massima del vapor acqueo, corrispondente alla temperatura iniziale T, tratta dalle tavole di Landolt [1].

[1] Landolt e Börnstein, *Physikalisch-chemische Tabellen*. Berlin, 1883.

TABELLA I.

	T	T−θ(1)	Δθ	f′	Δf′	f″	Δf″	f″−f′	Φ−f′	Φ−f″	$\Phi-\frac{f'+f''}{2}$
	°	°	°	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1893 luglio 17	22.78	8.96	5.07	20.49	−0.48	20.44	−0.46	−0.05	+0.09	+0.14	+0.12
	"	14.03		20.01		19.98		−0.03	+0.57	+0.60	+0.58
7 dicem.	29.10	6.01	1.76	29.79	0.00	29.93	+0.15	+0.14	+0.13	−0.01	+0.06
	"	7.77		29.79		30.08		+0.29	+0.13	−0.16	−0.01
21 "	24.97	5.46	7.43	23.28	−0.15	23.04	+0.32	−0.24	+0.19	+0.43	+0.31
	"	12.89		23.13		23.36		+0.23	+0.34	+0.11	+0.22
1894 11 genn.	19.63	4.92	4.15	16.74	0.00	16.90	0.00	+0.16	+0.20	+0.04	+0.12
	"	9.07		16.74		16.90		+0.16	+0.20	+0.04	+0.12
25 "	22.49	5.74	5.53	20.06	−0.07	20.12	−0.02	+0.06	+0.16	+0.10	+0.13
	"	11.27		19.99		20.10		+0.11	+0.23	+0.12	+0.17
3 febbr.	19.72	8.44	11.23	16.83	−0.69	16.94	−0.75	+0.11	+0.23	+0.12	+0.17
	"	19.67		16.14		16.19		+0.05	+0.92	+0.87	+0.90
15 "	23.25	11.98	3.12	20.89	0.00	21.07	−0.09	+0.18	+0.28	+0.10	+0.19
	"	15.10		20.89		20.98		+0.09	+0.28	+0.19	+0.23
20 "	20.12	9.05	11.05	17.40	−0.27	17.50	−0.21	+0.10	+0.09	−0.01	+0.04
	"	20.10		17.13		17.29		+0.16	+0.36	+0.20	+0.28
15 marzo	19.81	8.77	11.03	17.06	−0.38	17.10	−0.38	+0.04	+0.10	+0.06	+0.08
	"	19.80		16.68		16.72		+0.04	+0.48	+0.44	+0.46
28 aprile	19.81	8.20	11.58	17.09	−0.76	17.17	−0.65	+0.08	+0.07	−0.01	+0.03
	"	19.78		16.33		16.52		+0.19	+0.83	+0.64	+0.74
							media	+0.09			

« Dalla precedente tabella apparisce in primo luogo come i valori di f' ed f'' siano molto ben concordanti fra loro, tenuto conto, s'intende, delle difficoltà inerenti in genere alle misure igrometriche. Il fatto però che i valori di f'' si mostrano quasi sempre di poco superiori a quelli di f' non sembra accidentale, e parrebbe dovuto a qualche causa di errore costante, sebbene assai piccolo, esistente nell'apparecchio. Ed infatti essendo i valori di f' ed f'' determinati con identico procedimento e calcolati con formole in cui le ψ' e ψ'' hanno sensibilmente lo stesso valore, non si può invocare qui la spiegazione

(1) In pratica tra i valori di θ' e θ'' non si è trovata differenza che da 1 a 3 centesimi di grado: quindi il θ che figura nella tabella è il valore medio dei due.

che si cercò di dare nelle esperienze del 1892 di una differenza analoga riscontrata fra le due serie di valori, ottenuti però con procedimenti e formole diverse.

« In secondo luogo risulta manifesto come in quell'esperienze, nelle quali da un primo raffreddamento si è passato ad un altro notevolmente maggiore, i valori della tensione cercata (tanto f', quanto f''), invece di mantenersi sensibilmente costanti, risultano decisamente minori. Affine di porre meglio in evidenza questo fatto, trascriviamo qui sotto i valori di $\Delta f'$ e $\Delta f''$ tratti dalla procedente tabella, ordinati secondo i valori crescenti di $\Delta\theta$ e poi perequati affine di attenuare l'influenza degli errori accidentali.

TABELLA II.

$\Delta\theta$		$\Delta f'$	$\Delta f''$	$\frac{\Delta f'+\Delta f''}{2}$	
		mm	mm	mm	
1.76°		0.00	+0.15	+0.07	
3.12	3.01°	0.00	−0.09	−0.04	+0.01 mm
4.15		0.00	0.00	0 00	
5.07		−0.48	−0.46	−0.47	
5.53	6 01	−0.07	−0.02	−0.04	−0.14
7.43		−0.15	+0.32	+0.08	
11.03		−0 38	−0.38	−0.38	
11.05	11.22	−0.27	−0.21	−0 24	−0.51
11.23		−0.69	−0.75	−0.72	
11.58		−0.76	−0.65	−0.70	

« Quindi le attuali esperienze confermano pienamente il fatto che, come si è detto in principio di questa Nota, fu già intraveduto nelle poche misure del 1892. Per togliere poi definitivamente il sospetto che ciò potesse dipendere dalla causa già indicata, vale a dire dall'influenza dell'umidità residua nel recipiente mediano, abbiamo rivolta speciale attenzione all'essiccamento del medesimo nella serie attuale di esperienze. Infatti, poco prima di ogni esperienza si rinnovava l'aria nel recipiente mediano aspirandola da un grosso serbatoio, dove aveva soggiornato da parecchi giorni in contatto coll'anidride fosforica [1]; di più, per andare fino allo scrupolo, fra un'esperienza e l'altra si è lasciato correre un lungo intervallo di tempo, allo scopo di potere nel frattempo reiteratamente essiccare l'aria [2].

[1] S'intende che l'aria era introdotta nel serbatoio, dopo averla già fatta passare attraverso una serie dei consueti tubi essiccanti.

[2] Per es. fra l'esperienza del 15 marzo e quella del 28 aprile 1894 si è essiccata l'aria per ben quindici volte, ad intervalli non minori mai di due giorni.

« Anche questo fatto si può connettere, a nostro parere, con quanto fu già detto nella prima Nota che cioè, secondo Regnault, *l'eccesso della tensione massima nel vuoto su quella dell'aria va crescendo sensibilmente colla temperatura.* Infatti il valore di f viene calcolato da noi in base ad una formola in cui entra la tensione massima ψ alla temperatura di raffreddamento, e questo valore di ψ è preso, come si è detto, dalle tavole, le quali ci danno le tensioni nel vuoto e non nell'aria, come si richiederebbe in igrometria. Ora il valore di ψ che s'introduce nella formola per il primo raffreddamento è superiore al vero: quindi anche il valore di f è troppo alto. Invece trattandosi del secondo raffreddamento, il valore di ψ, preso dalle tavole, è ancora superiore al vero ma in minor misura, secondo le osservazioni di Regnault, perchè si riferisce ad una temperatura più bassa; quindi in questo caso il valore di f, sebbene tuttora più alto del vero, gli si avvicina però di più in confronto del primo. Si capisce dunque che il valore di f, calcolato per il secondo raffreddamento, deve risultare minore, come realmente abbiamo trovato con le nostre misure.

« In questo senso va anche la differenza che abbiamo riscontrata tra i valori di f trovati da noi e i corrispondenti valori di Φ assegnati nelle tavole, come può vedersi dall'ultima colonna della tabella I^a^. Notiamo però che i valori di f da noi calcolati sono già influenzati dalle tavole, in modo che se noi avessimo potuto introdurre nelle nostre formole le vere tensioni del vapor acqueo nell'aria, la differenza anzidetta si sarebbe accentuata ancora di più. Parrebbe dunque da tutto ciò che restasse confermata da queste recenti esperienze, anche più che dalle prime del 1892, l'anomalia intraveduta dal Regnault.

« Insistiamo pertanto sull'idea, già espressa da noi, che nelle misure igrometriche di precisione sarebbe desiderabile che si facesse uso delle tavole delle tensioni massime del vapor acqueo nell'aria, e non nel vuoto ».

Fisica terrestre. — *Intorno ad alcune obbiezioni relative alla velocità di propagazione delle onde sismiche.* Nota del dott. A. Cancani, presentata dal Corrispondente Tacchini.

« In una Nota presentata a questa R. Accademia nella seduta del 15 aprile scorso, il dott. Agamennone richiamando una mia pubblicazione (1) in cui asserisco che da centri sismici lontani e profondi emanano due specie di ondulazioni di cui le une si propagano colla velocità di 2.2 a 2.5 km., le altre colla velocità di 4.5 a 5 km. a secondo, così si esprime: « Egli riporta « alcuni terremoti tra i più sicuri, nei quali riscontra la velocità propria

(1) *Sulle ondulazioni provenienti da centri sismici lontani,* Ann. dell'Uff. Cent. di Met. e Geod., serie 2^a^, vol. XV, parte 1^a^, 1893, Roma 1894.