

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIV.

1897

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME VI.

2° SEMESTRE



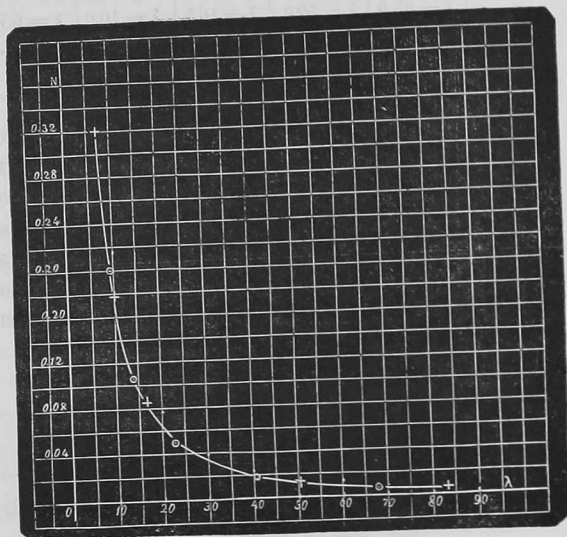
ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1897

gnati con grossi punti sono quelli che il Dubois (1) dedusse dalle esperienze di Ewing; essi non si allontanano molto dalla mia linea e ne seguono l'iden-



tico andamento. Le differenze probabilmente dipendono dalla insufficiente precisione nella riduzione in misura assoluta sia nelle mie esperienze che in quelle di Ewing, ma non ne viene menomamente modificata la nostra conclusione.

Questa conclusione non è in disaccordo con quella dell'altro studio comparativo da me fatto tra fasci e cilindri e citato in principio di questa Nota, giacchè il fattore smagnetizzante è indipendente dalla qualità del materiale e vi può essere una differenza di permeabilità pur essendo uguali i fattori smagnetizzanti.

Fisica. — *Sulla conduttività elettrica del legno d'abete* (2). Nota del prof. D. MAZZOTTO, presentata dal Socio A. NACCARI.

1° *Introduzione.* Dalle ricerche da me ultimamente pubblicate (3) sugli indici di rifrazione e le costanti dielettriche principali del legno d'abete, risultò concordemente che le dette costanti hanno un valore più elevato quando la forza elettrica vibra parallelamente alle fibre che non quando vibra perpendicolarmente ad esse, e risultò inoltre che i valori di dette costanti, determinati su campioni di legno a quello stato di secchezza che dirò *naturale*,

(1) V. Dubois, *Magnetische Kreise*, 1894.

(2) Lavoro eseguito nel Gabinetto di Fisica della R. Università di Sassari.

(3) D. Mazzotto, *Rend. Acc. Lincei*, serie 5^a, vol. VI, pag. 73 e pag. 95.

quello cioè che assumono dopo lunga esposizione all'aria negli ambienti ordinari, subiscono una rapida e graduale diminuzione quando i campioni stessi vengono sottoposti ad essiccazione artificiale in ambienti ad aria calda a temperatura man mano più elevata.

Ora è da osservare che i casi nei quali le dette costanti presentano valori più elevati, nello stesso legno, sono appunto quelli nei quali la conduttività elettrica del legno è maggiore; infatti dalle esperienze del Villari ⁽¹⁾ risulta che i legni, parallelamente alle fibre, presentano una conduttività elettrica considerevolmente maggiore che non perpendicolarmente ad esse; inoltre è ovvio, e risulta dalle esperienze stesse del Villari, che detta conduttività aumenta pure coll'aumentare del grado di umidità dei legni.

D'altra parte la teoria dimostra che, tanto gli indici di rifrazione quanto le costanti di elettriche dei corpi imperfettamente isolanti, presentano, quando vengono misurate coi metodi da noi seguiti, dei valori apparenti che superano tanto più i reali quanto più elevata è la conduttività specifica, e che la stessa relazione di Maxwell $n = \sqrt{K}$ che collega queste costanti, deve modificarsi quando si debba tener conto della conduttività.

Mi sono quindi domandato se la conduttività dei legni da me usati non fosse tale da poter in tutto od in parte giustificare, colle sue variazioni, le differenze fra i valori di n e di \sqrt{K} che risultarono dagli esperimenti, o, in altre parole, mi domandai se eravamo innanzi a differenze reali di dette costanti od a differenze apparenti causate dai differenti gradi di conduttività.

Fui da ciò condotto a determinare teoricamente quale era il grado di conduttività al di sopra del quale la sua influenza sarebbe stata sensibile sui miei risultati entro i limiti di precisione delle mie esperienze, e poi a determinare sperimentalmente la conduttività elettrica dei legni da me usati per vedere se quel grado fosse o no raggiunto.

2° *Effetto della conduttività.* Esaminiamo anzitutto le relazioni teoriche fra le quantità in questione.

La relazione di Maxwell modificata pel caso di corpi imperfettamente isolanti, la riscontrai per la prima volta in una Memoria del Cohn ⁽²⁾ ed è la seguente :

$$K = n^2 - (\sigma\lambda_1 c)^2$$

nella quale K rappresenta la costante dielettrica, n il rapporto fra le lunghezze d'onde λ nell'aria e λ_1 nel dielettrico; σ la conduttività del corpo in misura elettromagnetica e c la velocità della luce.

Il Drude ⁽³⁾ dimostra per la stessa relazione la formula

$$(1) \quad n = \sqrt{K} \sqrt{\frac{1 + \sqrt{1 + 4S^2}}{2}}$$

⁽¹⁾ E. Villari, N. Cimento, serie 1^a, vol. XXV, 1867.

⁽²⁾ E. Cohn, Wied. Ann., vol. XLV, pag. 375 (1892)

⁽³⁾ Drude P., Abhandlung. der K. Sächs. Gesellsch., vol. XXIII, pag. 111 (1896).

in cui $S = \frac{c\sigma\lambda}{K}$ la quale formola si identifica facilmente con quella del Cohn.

Il Drude poi dimostra in altro luogo ⁽¹⁾ che fra la costante dielettrica K di un corpo imperfettamente isolante, e la costante dielettrica apparente K_1 dedotta col metodo di Lecher, esiste la relazione:

$$(2) \quad K_1 = K(1 + 4S^2).$$

Da questa formola intanto si vede che la diminuzione di K_1 e di n in seguito all'essiccazione potrebbe spiegarsi colla corrispondente diminuzione della conduttività essendo σ ed S fra loro proporzionali, ed alla stessa causa potrebbe attribuirsi il minor valore che presentano n e K nel senso perpendicolare alle fibre; inoltre essendo per le (1) e (2)

$$\frac{\sqrt{K_1}}{n} = \sqrt{\frac{2(1 + 4S^2)}{1 + \sqrt{1 + 4S^2}}}$$

e siccome $1 + \sqrt{1 + 4S^2} > 2$, sarà

$$\frac{\sqrt{K_1}}{n} > \sqrt{1 + 4S^2} > 1.$$

Da queste formole risulta che se si confronta, come abbiamo fatto noi, $\sqrt{K_1}$ con n si deve trovare, per corpi dotati di conduttività sufficientemente elevata $\sqrt{K_1} > n$, e la differenza $\sqrt{K_1} - n$ aumenterà colla conduttività.

Dalle (1) e (2) $m = \sigma c\lambda$ si ha rispettivamente

$$n^2 = K \frac{1 + \sqrt{1 + 4m^2/K}}{2} \quad K_1 = K \left(1 + \frac{4m^2}{K^2}\right)$$

da cui facilmente

$$K = \frac{n^4 + m^2}{n^2} \quad \text{e} \quad K = \frac{K_1 + \sqrt{K_1^2 - 16m^2}}{2};$$

uguagliando e risolvendo rispetto ad m^2 si ha

$$(3) \quad m^2 = \frac{n^2}{2} (\sqrt{K_1(8n^2 + K_1)} - 2n^2 - K_1)$$

Questa formola non è priva di interesse, permettendo essa di calcolare la conduttività $\sigma = \frac{m}{c\lambda}$ di una sostanza imperfettamente isolante, noti essendo il suo indice di rifrazione n e la sua costante dielettrica apparente K_1 .

⁽¹⁾ P. Drude, Bericht. der K. Säch. Gesellschaft. Seduta 7 dicembre 1896, pag. 26.

Col mezzo delle formule (1) (2) (3) si calcola rispettivamente che la conduttività assoluta σ in unità C. G. S. dovrebbe avere: almeno il valore 9×10^{-13} per produrre una variazione dell' 1 % sul valore di n ; almeno il valore $0,210 \times 10^{-13}$ per produrre una variazione dell' 1 % sul valore di K ; ed almeno il valore $0,055 \times 10^{-13}$ per produrre una variazione di 0,01 sulla differenza $\sqrt{K} - n$.

Questi sono i limiti della conduttività raggiunti i quali essa produrrebbe un' influenza sensibile sui risultati delle mie esperienze, potendosi appunto attribuire alle medesime un grado di precisione di circa 1 %.

3° *Misura della conduttività.* Si tratta ora di sapere se la conduttività dei legni da me usati raggiunge o no i detti limiti.

Trattandosi di conoscere la conduttività assoluta, non potei approfittare delle determinazioni del Villari, sopra citate, perchè dirette alla ricerca della conduttività relativa.

I soli autori che, a quanto io sappia, si sono occupati della conduttività specifica assoluta dei legni, sono il Müller (1) ed il Peirce (2).

Il primo, con un metodo non ben precisato, ma che presumibilmente era un metodo galvanometrico di sostituzione coll' uso di forze elettromotrici assai elevate, determinò incidentalmente la conduttività del legno di noce secco, trovando, con due differenti campioni di legno,

$$\sigma = 1892 \times 10^{-20} \quad \text{e} \quad \sigma = 175 \times 10^{-20} \quad \text{C. G. S.}$$

Il secondo, usando un metodo che dal sunto dei Beiblätter pare fondato sulla misura della differenza di potenziale, avrebbe trovato pel legno di ciliegio secco $\sigma = 16 \times 10^{-20}$ ed in generale una conduttività dal 20 al 50 % maggiore nel senso delle fibre che perpendicolarmente ad esse.

Questi dati riferendosi a legni secchi e di qualità diverse da quelle da me usate, non possono applicarsi al nostro caso; perciò mi accinsi alla misura diretta di σ .

Dirò subito che da queste determinazioni ebbi risultato negativo, nel senso che le conduttività trovate sono di gran lunga inferiori ai limiti pei quali sarebbe sensibile la loro influenza sui valori di n , di K e di $\sqrt{K} - n$, e tralascierei di renderne conto se la scarsezza degli studi fatti su questo argomento non rendesse di qualche utilità una breve relazione in proposito.

Il metodo da me seguito si basa sulla misura delle differenze di potenziale alle estremità di una resistenza nota ed a quelle di una lamina di legno, con elettrodi di stagnola, inserite in uno stesso circuito.

(1) E. Müller, Elektrotech. Zeitsch., vol. XIII, pag. 72 (1892).

(2) B. O. Peirce, Wied. Beiblätter, vol. XIX, pag. 510. Estratto dai Proc. of the Americ. Acad., (1894).

L'elettrometro a quadranti era il modello modificato da Guglielmo ⁽¹⁾ nel quale i quadranti metallici sono costituiti da lamine di stagnola divise in quattro settori isolati ed incollate superiormente ed inferiormente su di una lastra di vetro da specchi; l'apparato era munito di due aghi, l'uno prospiciente le stagnole superiori, l'altro le inferiori. L'apparato funzionava bene, e più ancora dopochè sostituiti come ammorzatore l'olio d'oliva all'acido solforico.

Io metteva un paio di quadranti a terra, l'altro paio in comunicazione con uno dei poli di una pila di 12 piccole coppie Bunsen ad acido cromico di cui l'altro polo era pure a terra; l'ago era messo in comunicazione col punto da esplorare col mezzo del suo filo metallico di sospensione.

Esplorendo coll'ago il potenziale dei varî contatti di un reostato a rocchetti inserito nel circuito, si riconobbe che esisteva, con sufficiente approssimazione, la proporzionalità fra le deviazioni dallo zero (ago a terra) ed i potenziali del punto esplorato.

Trattandosi di dover misurare resistenze piuttosto elevate che non si poteano confrontare direttamente col reostato di 10000 ohm a mia disposizione, le confrontai colla resistenza di un lungo tubo capillare ripieno di acqua acidolata con acido solforico ($d = 1,825$) all'1%, il qual tubo entrava per due fori laterali in due bicchieri di legno paraffinato ripieni dello stesso liquido.

Questo tubo, che chiamerò per brevità « megaohm » avea una lunghezza di 158,2 cm. ed una sezione media (determinata col mercurio) di $3,423 \times 10^{-3}$ cm². La conduttività specifica del liquido che lo riempiva fu da me determinata direttamente col mezzo di altro tubo lungo 12,00 cm. e di sezione $2,384 \times 10^{-2}$ cm² riempito dello stesso liquido. Tale tubo, confrontato col metodo elettrometrico alla resistenza campione di 10000 ohm, presentò una resistenza di 11600 ohm; da ciò si calcola che il liquido presentava una conduttività specifica di $4,35 \times 10^{-11}$ C. G. S. che ben si accorda con quella data dalle tabelle di Landolt e Börnstein per soluzioni di concentrazione analoga. Finalmente dalle dimensioni del tubo megaohm riempito di tal liquido, si dedusse che la sua resistenza era di $1,063 \times 10^6$ ohm.

Le lamine di legno (abete III e IV) erano quelle stesse che aveano servito per la determinazione delle costanti dielettriche. Esse erano collocate orizzontalmente l'une sopra l'altre fra due piani rigidi di metallo e separate da cuscinetti di panno avvolti con stagnola, così che, caricando di pesi il piano metallico superiore, si veniva a stabilire una discreta aderenza fra il legno ed altre lamine di stagnola che lo ricoprivano sulle due facce.

Non ostante queste precauzioni si trovò che la resistenza variava sensibilmente al variare del peso premente, e non si ebbero valori costanti che dopo aver ben spalmate di grafite le superficie del legno aderenti alle stagnole e leggermente umettate quest'ultime di glicerina.

Nel circuito della pila (costituita dagli stessi 12 elementi che servivano a caricar l'elettrometro) erano in serie: il tubo megaohm inserito col

(1) Guglielmo G., Rivista Sc. Industr., 1887, pag. 122.

mezzo di due lamine di platino immerse nei suoi due bicchierini estremi e le due lamine di legno, una perpendicolare l'altra parallela alle fibre, alle quali, nelle esperienze coi legni secchi, si aggiunse, per controllo, una terza lamina non essiccata. Stabilendo poi opportunamente delle comunicazioni fra le stagnole, era facile escludere dal circuito l'una o l'altra lamina e così poter a volontà confrontare le lamine fra loro, oppure separatamente od insieme col megaohm.

I potenziali alla superficie delle lamine di legno venivano presi direttamente dalle stagnole con essa a contatto, quelli alle estremità del megaohm erano presi, per evitare la polarizzazione, da due elettrodi di platino isolati immersi nel liquido dei bicchierini terminali. Avea prima pensato, per evitare gli effetti della possibile polarizzazione delle stagnole, di conficcare nel legno due elettrodi isolati e misurare i potenziali di questi, ma avendo trovato, in esperienze preliminari eseguite con cubi di legno, che la resistenza al passaggio fra le stagnole e gli elettrodi era assai piccola, credetti inutile adottare questo sistema che avrebbe introdotto delle complicazioni superflue pel mio caso.

4° *Risultati ed osservazioni.* Esaminando i risultati delle esperienze raccolti nella seguente tabella, vediamo intanto confermato dall'ultima colonna il fatto della maggior conduttività del legno parallelamente alle fibre, e si vede inoltre che il rapporto fra questa conduttività e quella perpendicolar-

Legno usato	Stato di umidità	Dimensioni delle lamine		Spostamenti dell'elettrometro fra gli estremi			esistenza della lamina a fibre		Conduttività specifica nella direzione		Rapporto σ_1		
		superficie	spessore	del megaohm	della lamina a fibre		perpendicolari	parallele	perpendicolare	parallela			
					perpendicolari	parallele						alle fibre	
				alla corrente				σ	σ_1				
Abete IV	naturale	cm ² 497	cm 2,60	millim. della scala			milioni di ohm		unità C. G. S.		1:2,5		
				178	84	34	0,504	0,193	110×10^{-19}	280×10^{-19}			
Abete III	debolmente essiccato	345	0,57	71	231	22	3,46	0,32	$4,74 \times 10^{-19}$	$50,2 \times 10^{-19}$	1:10,6		
id.			345	0,96	37	262	25	7,5	0,72	$3,71 \times 10^{-19}$	$38,6 \times 10^{-19}$	1:10,4	
Abete IV	essiccato completamente	497	2,60	non misurabile	285	6,8					1:41,9		
id.		id.	id.	id.	esclusa	360	} superiore a: 4250 106					—	
id.		id.	id.	id.	id.	359 esclusa							—
id.		id.	id.	id.	escluso	363		9			$0,012 \times 10^{-19}$	$0,5 \times 10^{-19}$	1:40,3

mente alle fibre va rendendosi sempre maggiore coll'aumentare del grado di secchezza del legno.

Riguardo alla conduttività specifica assoluta dell'abete, si trovò per valore massimo 280×10^{-19} C.G.S. quando il legno si trova allo stato di secchezza naturale, e che essa scema grandemente col procedere dell'essiccazione del legno.

Riguardo al legno completamente secco, le mie esperienze mi posero in grado di determinare solo il rapporto (1:40) della loro conduttività, ma non già il loro valore assoluto, perchè le differenze di deviazione che si aveano nell'elettrometro, dall'una all'altra estremità del megaohm, quando si trovava in circuito anche una sola lamina di legno secco, erano tanto piccole ed incerte da non potervi fare assegnamento pel calcolo.

Per tentare di avere spostamenti più sensibili si avrebbe dovuto rendere per lo meno 50 volte maggiore la resistenza campione, cosa non impossibile, ma certo assai faticosa ed inutile pel mio scopo pel quale bastava la conoscenza della conduttività massima.

Però dalle esperienze stesse si è messi in grado di assegnare il limite superiore della conduttività dei legni secchi indicato nella tabella.

Infatti, dato il grado di stabilità del mio elettrometro, le variazioni della pila, i deboli effetti della polarizzazione ed altre cause d'errore, posso ammettere tuttavia che una differenza di deviazione di 3 divisioni da un estremo all'altro del megaohm mi avrebbe dato di sè indizio sicuro. Si può quindi affermare che i legni secchi da me usati presentavano una resistenza maggiore di quella che corrisponderebbe ad uno spostamento di 3 divisioni nell'elettrometro. Su questa base calcolai la resistenza minima, e quindi la conduttività massima, da attribuirsi alla lamina a fibre parallele alla corrente, e da questi valori potei calcolare quelli dell'altra lamina, essendosi già riconosciuto che la sua resistenza specifica era 40 volte maggiore di quella della prima.

Se confrontiamo ora questi risultati con quelli ottenuti al § 2°, scorgiamo che la conduttività massima 280×10^{-19} trovata pel legno è ancora 200 volte minore della conduttività minima $0,55 \times 10^{-13}$ che sarebbe necessaria perchè il suo effetto si rendesse sensibile sulla differenza $\sqrt{K} - n$, mentre ancor maggiore dovrebbe esser la conduttività perchè il suo effetto fosse sensibile sui valori di n e di K .

I risultati da me ottenuti nelle note sopracitate si possono quindi ritenere come non influenzati dalla conduttività. Solo si può dubitare che sia almeno in parte attribuibile alla conduttività il fatto che nelle verificazioni della relazione di Maxwell riuscì \sqrt{K} leggermente superiore ad n , poichè, se anche teoricamente si deduce che abbisognerebbe una conduttività 200 volte maggiore di quella trovata perchè la differenza fra i detti due valori si rendesse sensibile, non conviene dimenticare non esser inverosimile che, all'atto pratico, la conduttività faccia sentire i propri effetti prima del limite indicato dalle formule teoriche. Infatti queste riguardano il caso di corpi aventi uguali conduttività in direzione fra loro parallele, e questo caso non si verifica, specialmente nel legno in direzione delle fibre, le quali costituiscono come un fascio di fili conduttori separati da sostanza molto meno conduttrice.

Osserveremo finalmente che la forte diminuzione subita dalla costante dielettrica e dall'indice di rifrazione per l'essiccazione, non potendosi, per quanto si è detto, attribuire alla diminuzione di conduttività, dovrà a mio credere attribuirsi alla scomparsa dell'acqua igroscopica che agiva, secondo la legge dei miscugli, in virtù della sua costante dielettrica elevatissima.

5° *Conclusioni.* Dalle misure fatte sulla conduttività dell'abete risulta:

1. La conduttività specifica assoluta nel verso delle fibre fu trovata, pel legno essiccato all'aria ambiente di 280×10^{-19} unità C.G.S. e discende progressivamente al disotto di $0,5 \times 10^{-19}$ coll'essiccazione nella stufa a 100°.

2. La conduttività stessa nel senso perpendicolare alle fibre è sempre minore della precedente e diminuisce essa pure coll'essiccazione, ma in rapporto più rapido, così che mentre il rapporto delle due conduttività per legni al grado di secchezza naturale è 2,5, esso diventa 40 per legni essiccati completamente a 100°.

3. I valori delle conduttività trovate sono ancora troppo piccoli perchè si possa attribuire alle diminuzioni di dette conduttività sia la diminuzione che subiscono l'indice di rifrazione e la costante dielettrica coll'essiccazione, come il minor valore che queste costanti presentano perpendicolarmente piuttosto che parallelamente alle fibre.

Fisica — *Sulla riproduzione del diamante* (1). Nota di Q. MAJORANA presentata dal Socio BLASERNA.

Dal giorno in cui si conobbe che il diamante non è altra sostanza che carbonio puro, molti fecero tentativi per la riproduzione di quella gemma. Ma quasi tutti i metodi seguiti non diedero risultati sicuri. Anzi il Moissan ha fatto vedere che le esperienze di J. N. Gannal, Despretz, Lionnet, Hannay, erano state interpretate non giustamente dai loro autori; con esse dunque non è da ritenersi che si possa riprodurre il diamante. Il metodo di Moissan è il solo che permetta di ottenere la trasformazione del carbone, o della grafite, in diamante. Le sue esperienze son troppo note, perchè io ne parli qui; ma ricorderò solo che in sostanza il metodo di Moissan consiste nell'esercitare una forte pressione e un forte riscaldamento su di un pezzo di carbone. Ecco come può spiegarsi che così operando avvenga la suaccennata trasformazione. Le varietà di carbonio amorfo hanno tutte una densità che è inferiore a 2. La grafite invece ha una densità di 2,5; il diamante di 3,5. Ora si sa che un forte riscaldamento genera in un pezzo di carbonio amorfo un rammollimento. Questo fatto noto per le antiche esperienze di Despretz, può essere facilmente dimostrato arroventando, mediante una corrente elettrica di grande intensità, una di quelle verghe di carbone che servono per le lampade ad arco. Quando la verga è portata al bianco ab-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto fisico dell'Università di Roma.