

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

giri a 1". Queste code sono però, molto meno vivaci, in intensità luminosa, che non i punti stessi.

Ora è anche agevole osservare che la coda luminosa del punto n (disco più lontano dal catodo) è molto più lunga di quella di m ; e questa alle volte manca affatto. Se dunque si considera il caso di una coda luminosa di 7 mm., si vede che il valore di ϵ può anche essere scelto di 10 mm. E allora la velocità v risulta eguale a 150,000 m., valore che è ancora più piccolo di quello trovato da Thomson. È dunque da ritenersi che i raggi catodici che si ottengono nei tubi ordinari di scarica, sieno costituiti da raggi di velocità diversa; e che questa può variare tra i limiti abbastanza estesi di 100 e 600 km. a minuto secondo. Un'ultima osservazione può essere fatta.

Si faccia agire un magnete non troppo forte sopra il fascio di raggi catodici che investe il disco n (fig. 5); in guisa però che il tratto capillare del tubo A collegato con n non si spenga del tutto, e sia ancora abbastanza visibile. Si può allora osservare che l'immagine del punto luminoso n del tubo A , data dallo specchio in moto, non è più accompagnata dalla coda luminosa anzidetta. Questo fatto conferma una supposizione molto nota, che cioè i raggi catodici più deviabili sieno anche i meno veloci.

Fisica. — *Sulla doppia rifrazione elettrica del legno* (1). Nota del prof. DOMENICO MAZZOTTO, presentata dal Corrispondente NACCARI.

1.° *Preliminari.* Le belle ricerche del Righi (2) (3) (4) e del Mack (5) sulla doppia rifrazione che subiscono le onde elettriche propagantesi nell'aria quando attraversano, trasversalmente alle fibre, degli strati di legno, specialmente d'abete e la facilità con cui si può, usando un mio metodo, in altre occasioni descritto ed applicato (6) (7), determinare l'indice di rifrazione elettrica dei solidi, mi invogliarono a determinare con esso metodo, per varie qualità di legno, i due indici principali di rifrazione corrispondenti a vibrazioni perpendicolari o parallele alle fibre. E tanto più mi sembrava opportuna questa ricerca, inquantochè i risultati del Righi e del Mack, se si accordano nel constatare il fatto della doppia rifrazione del legno, constatato in seguito anche dallo Spielmann (8) e dal Lampa (9), non si accordano perfettamente sui valori

(1) Lavoro eseguito nel Laboratorio di Fisica della R. Università di Sassari.

(2) A. Righi, R. Accademia delle scienze di Bologna, serie 5ª, tom. IV, pag. 487 (1894).

(3) A. Righi, Wied. Ann. vol. LV, pag. 389 (1895).

(4) A. Righi, *L'ottica delle oscillazioni elettriche*. Bologna, Zanichelli 1897, § 50.

(5) K. Mack, Wied. Ann. vol. LIV, pag. 342 (1895), e vol. LVI, pag. 719 (1895).

(6) D. Mazzotto, Nuovo Cimento, serie 4ª, vol. II, pag. 296 (1895).

(7) D. Mazzotto, Rend. Acc. Lincei, vol. V; II sem., serie 5ª, pag. 301 (1896).

(8) J. Spielmann, Wied. Ann. Beiblätter, vol. XX, pag. 1005 (1896).

(9) A. Lampa, Sitzungsbericht der K. Acc. in Wien. vol. CV, II, pag. 596 (1896).

da attribuirsi agli indici principali. Infatti il Mack, che operò con onde di 66 cm. nell'aria trovò per l'abete i valori:

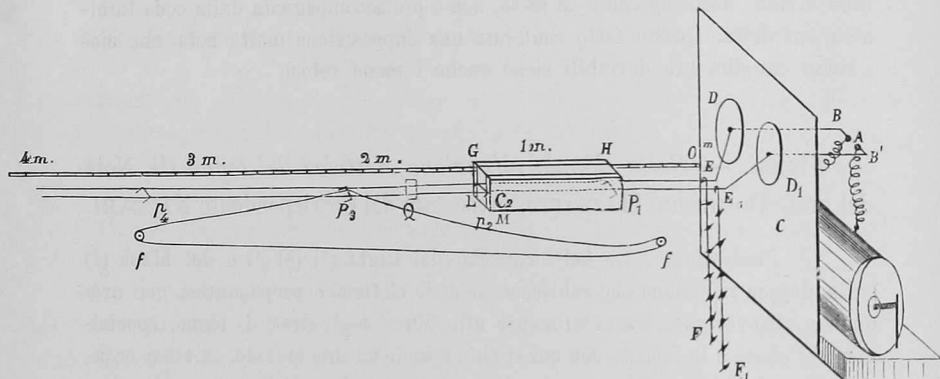
$$n_1 = 1,75 \text{ con vibrazioni perpendicolari alle fibre}$$

$$n_2 = 2,15 \text{ con vibrazioni parallele alle fibre}$$

con una differenza quindi di 0,40 fra i due indici, mentre il Righi, operando con onde di 10,7 cm. nell'aria, trovò che una lamina d'abete di 13,7 cm. si comportava come una lamina quarto-d'onda, ed è facile dedurre che, secondo questa determinazione, la differenza fra i due indici di rifrazione sarebbe $n_2 - n_1 = 0,196$ cioè metà di quella trovata dal Mack.

Nelle mie esperienze credetti utile di aggiungere alla determinazione dei due indici nei casi indicati, anche quella relativa al caso di propagazione in senso parallelo alle fibre.

2.^o *Apparato*. La figura annessa presenta uno schizzo dell'apparato di Lecher da me usato in queste e nelle precedenti esperienze per la cui



descrizione rimando alle mie Note sopra citate ed all'altra mia Nota ⁽¹⁾ nella quale sono descritti gli effetti dell'applicazione delle appendici EF, E₁F₁.

L'apparato, senza appendici, quando il 1.^o ponte era a 50 cm. sui fili secondari, dava la semionda primaria di 680 cm. e la secondaria di 110 cm. In queste esperienze feci sempre uso della vibrazione secondaria.

I blocchi di legno da studiare aveano la forma di parallelepipedo GHLM. (GH = 80; GL = 12; LM = 12 cm. all'incirca) cogli spigoli più lunghi disposti parallelamente e simmetricamente rispetto ai fili secondari, ed erano costituiti da tre parallelepipedi di egual lunghezza ed altezza, posti l'uno accanto all'altro e tenuti serrati da morse di legno (non rappresentate nella figura). Il parallelepipedo centrale avea la larghezza di 6 cm., uguale cioè alla distanza dei fili secondari, e questi erano incastrati in una piccola

⁽¹⁾ D. Mazzotto, N. Cimento, serie 4^a, vol. III, pag. 74 (1896).

scanalatura praticata lungo le facce laterali di esso. I due ponti rettilinei p_1 e p_2 mettevano in comunicazione i fili secondari all'entrata ed all'uscita del blocco di legno.

Col mezzo della funicella continua ff , si faceva scorrere il 3° ponte p_3 lungo il tratto di fili secondari uscenti dal legno, e fra esso ed il ponte p_2 era collocato l'esploratore Q costituito da due corti fili metallici fissati sopra una tavoletta i quali, con una estremità, rivolta ad uncinetto, si aggrappano ai fili secondari e ripiegandosi poi orizzontalmente ad angolo retto terminano in due punte distanti circa un centimetro l'una dall'altra. Se, nell'oscurità, si appressano a queste punte le estremità delle dita, si scorgono, se il sistema vibrante è prossimo alla risonanza, delle scintilline che presentano un massimo quando la risonanza è perfetta.

Questo esploratore è molto comodo per l'istantaneità delle sue indicazioni, ma sostituendo ad esso un apparato di misura (bolometro, elettrometro o forse meglio una pila termoelettrica) si potrebbe giudicare con maggior sicurezza l'intensità della risonanza.

3.° *Metodo di osservazione.* Una determinazione consisteva nel misurare la lunghezza, $\lambda/2$, della semionda nell'aria che corrisponde alla semionda $\lambda_1/2$ nel legno, limitata fra i ponti p_1 e p_2 . Per far ciò, lasciati fissi i ponti p_1 , p_2 , si modifica la lunghezza delle appendici FF_1 , ed occorrendo la posizione del blocco di legno, coi relativi ponti, lungo i fili secondari, finchè facendo scorrere il ponte p_3 compaiono delle scintille all'esploratore e si cerca la lunghezza da dare alle appendici perchè queste scintille raggiungano il massimo di intensità; si notano allora le posizioni dei tre ponti e si allontana ancora il ponte p_3 da p_2 , finchè in una nuova posizione p_4 si ha di nuovo un massimo scintillamento all'esploratore. Si ha allora la risonanza fra le quattro semionde comprese fra A e p_1 , p_1 e p_2 , p_2 e p_3 e fra p_3 e p_4 ; dalle posizioni dei ponti, si determinano, fatte le debite correzioni, i valori $\lambda/2$ e $\lambda_1/2$ e da questi il valore dell'indice di rifrazione $n = \lambda/\lambda_1$.

4.° *Correzioni.* Della lunghezza $\lambda/2$ della semionda nell'aria si hanno così due valori che servono a reciproco controllo e dei quali si fa poi la media; il primo che chiamerò *vero*, è dato, senza correzione, dalla lunghezza p_3 , p_4 , l'altro, che chiamerò *corretto*, dalla lunghezza p_2 , p_3 alla quale si deve aggiungere una quantità costante δ che rappresenta l'accorciamento della semionda vera prodotto dalla presenza dei ponti e dell'esploratore. Nelle esperienze attuali δ era di 13 cm., il qual valore si ottenne come media di un gran numero di determinazioni, fatte in svariate circostanze, della differenza p_4 , $p_3 - p_3$, p_2 .

Il valore $\lambda_1/2$ della semionda nel legno si ha aggiungendo alla lunghezza p_2 , p_1 del blocco di legno una quantità costante δ , dovuta alla presenza dei ponti terminali.

Per determinare δ_1 presi un parallelepipedo di legno (Pitch-Pine), composto come quelli da usarsi nelle esperienze ma di lunghezza doppia dell'ordinario ($l_2 = 159,6$ cm.) perchè contenesse non una ma due semionde, e trovai, nel modo solito, che la semionda nell'aria corrispondente alle due contenute nel legno era di 145,2 cm. Segai poscia il blocco per mezzo, ed operando su di una della metà ($l_1 = 79,7$ cm.) riconobbi che la semionda nell'aria corrispondente all'unica semionda ora contenuta nel legno era di 150,3 cm. Fatta la proporzione si trova che se i due blocchi avessero avuto rispettivamente le lunghezze $l'_2 = 162,3$, ed $l'_1 = 78,3$, le semionde corrispondenti nell'aria avrebbero avuto il valore comune 147,7 cm., media delle due precedenti. Se non vi fosse correzione pei ponti, l'_2 dovrebbe riuscir doppio di l'_1 , invece non lo è, e la differenza $l'_2 - 2 l'_1 = 5,7$ dà la correzione cercata δ_1 .

Questo metodo, all'infuori dei ripieghi resi necessari dal trattarsi di un corpo solido in seno al quale non si può far scorrere il ponte, corrisponde perfettamente a quello sopra seguito per determinare la correzione δ per l'onda nell'aria. Infatti la lunghezza l'_2 può paragonarsi alla $p_2 p_4$ nell'esperienza nell'aria, la l'_1 alla $p_2 p_3$ e quindi δ_1 a

$$\delta = p_4 p_3 - p_2 p_3 = p_4 p_2 - 2 p_2 p_3$$

5.° *Dettagli delle osservazioni.* Il seguente specchietto riporta, come esempio, i risultati di una determinazione completa col relativo calcolo. Nelle colonne sono registrate le posizioni dei ponti p_3 e p_4 per le quali le scintille all'esploratore erano massime, usando appendici delle lunghezze indicate a capo delle colonne stesse. I numeri fra parentesi indicano le intensità relative di queste scintille, espresse con valori che la pratica dell'apparecchio permette di apprezzare, ad occhio, con sufficiente sicurezza.

Rispetto al tempo, si eseguirono prima le osservazioni registrate nella prima riga orizzontale da sinistra a destra (cioè con appendici crescenti), poi quelle della riga successiva in senso inverso (cioè con appendici decrescenti), poi quelle della terza nello stesso senso di quelle della prima e così via.

Dallo specchietto si vede che, per ogni lunghezza delle appendici, la posizione di ciascun nodo veniva data dalla media di cinque osservazioni, e l'intensità della risonanza dalla media di dieci. Rappresentando poi graficamente la variazione delle intensità medie delle risonanze al variare della lunghezza delle appendici, era facile determinare, con una interpolazione grafica, la lunghezza delle appendici, anche intermedia a quelle usate, che avrebbe dato il massimo assoluto di intensità e quindi la risonanza perfetta. Nell'esempio citato questa corrispondeva ad appendici di 53 cm.

Con appendici più lunghe o più corte di quelle indicate nello specchietto le scintille erano impercettibili; ripetutamente mi assicurai che allungandole od accorciandole ulteriormente non si avevano altri massimi.

tati ottenuti; da essa risulta che l'indice di rifrazione riesce più basso del vero usando lamine dello spessore di soli due centimetri, ma che già collo spessore di 4 cm. si ottengono valori poco differenti da quelli che si ottengono con lamine di 18 e 27 centimetri di spessore. Quindi lo spessore di circa 12 cm. da me usato ordinariamente può ritenersi sufficiente.

Ho constatato poi che l'avvolgere le lamine di legno con stagnola aumentava di un poco l'indice di rifrazione colle lamine più sottili, ma lasciava inalterato quello delle altre.

7.° *Risultati.* Nella Tabella A sono raccolti i risultati ottenuti nelle singole determinazioni di n . Le tre posizioni in cui erano disposte le fibre dei legni rispetto ai fili secondari sono indicate così:

1.^a *Longitudinale:* quando le fibre erano parallele ai fili e quindi la propagazione seguiva parallelamente alle fibre e la vibrazione perpendicolarmente ad esse:

2.^a *Trasversale a fibre orizzontali:* quando le fibre erano perpendicolari ai fili ma parallele al loro piano, e quindi la propagazione perpendicolare alle fibre e la vibrazione parallela ad esse.

3.^a *Trasversale a fibre verticali:* quando le fibre erano perpendicolari al piano dei fili, e quindi tanto la propagazione che la vibrazione erano perpendicolari alle fibre.

I parallelepipedi di ciascuna qualità di legno erano tratti da uno stesso tavolone o travicello, ed erano di un sol pezzo quelli longitudinali e di più pezzi (da 3 a 5) insieme incollati, quelli trasversali. In molti casi (Abete II, Pero, Pitch-Pine, Elce), i parallelepipedi erano stati composti colla stessa massa di legno, segata ed incollata in modi differenti in modo da dare alle fibre la direzione voluta, e ciò per togliere il dubbio che le differenze fossero dovute alle diversità che può offrire il legno in parti differenti di uno stesso ceppo.

Ma per togliere ancor meglio questo dubbio, eseguii anche delle determinazioni dei due indici principali usando, tanto fra i fili che lateralmente ad essi dei parallelepipedi di legno trasversale, uguali, a sezione quadrata (lato 6 cm.). Dopochè avea con questi fatta la determinazione colle fibre p. es. orizzontali, bastava girarli di 90° per avere il tutto disposto per la determinazione con fibre verticali. Nella tabella A queste determinazioni sono contraddistinte coll' indicazione (sezione quadrata).

TABELLA A	PROPAGAZIONE LONGITUDINALE (parallela alle fibre)					PROPAGAZIONE TRASVERSALE (perpendicolare alle fibre)											
	Posizione del I ponte p'	Lunghezza delle				Indice di rifrazione $n = \lambda/\lambda_1$	FIBRE VERTICALI					FIBRE ORIZZONTALI					
		appendici per la risonanza	semionde corrette		nel legno $\lambda_1/2$		nell'aria $\lambda/2$	Posizione del I ponte p'	appendici per la risonanza	semionde corrette		Indice di rifrazione $n = \lambda/\lambda_1$	Posizione del I ponte p'	appendici per la risonanza	semionde corrette		Indice di rifrazione $n = \lambda/\lambda_1$
			nel legno $\lambda_1/2$	nell'aria $\lambda/2$						nel legno	nell'aria				nel legno	nell'aria	
Abete I	40,0 49,7 59,7	40,5 35,0 28,5	89,5 id. id.	138,0 138,8 136,8	1,542 1,550 1,529	40,1 50,4 60,1	43,0 38,0 33,0	86,8 id. id.	143,7 142,5 142,6	1,656 1,641 1,642							
Abete II	40,0 50,0 60,0	39,5 34,5 26,5	85,9 id. id.	136,7 138,8 135,6	1,592 1,616 1,580	40,0 50,0 60,0	45,0 40,0 35,0	87,1 id. id.	146,8 146,7 145,2	1,685 1,684 1,667	40,0 50,3 60,0	48,5 45,0 38,0	87,1 id. id.	151,9 151,6 148,7	1,744 1,740 1,707		
Abete III (sezione quadrata)						50,0	36,0	85,7	137,4	1,604	50,0	38,0	85,7	142,0	1,657		
Abete IV (sezione quadrata)						50,0	49,0	86,5	148,9	1,721	50,0	53,5	86,5	158,5	1,832		
Pino (sezione quadrata)						50,0	33,0	85,7	136,1	1,590	50,0	38,0	85,7	140,1	1,635		
Pioppo	39,0 48,6 59,0	44,5 39,0 34,0	89,5 id. id.	142,3 141,2 141,8	1,591 1,578 1,586	39,6 49,6 59,9	47,0 41,5 37,0	90,1 id. id.	148,0 144,7 146,5	1,642 1,606 1,625							
Pero	40,0 50,0 60,0	54,0 50,5 46,0	89,8 id. id.	159,9 160,0 160,2	1,780 1,781 1,783	39,9 50,0 60,0	53,5 48,0 45,5	88,3 id. id.	160,1 156,8 158,2	1,813 1,776 1,792	50,0	47,0	88,0	158,4	1,800		
Pitch-Pine	40,0 50,0 60,0	48,0 44,0 40,0	85,4 id. id.	150,0 150,4 150,4	1,756 1,761 1,761	50,0 59,6 70,0	50,5 46,5 41,5	87,4 id. id.	162,1 159,8 160,1	1,855 1,829 1,833	50,0	52,5	87,6	163,7	1,869		
Noce	40,0 50,0 60,0	59,0 54,5 53,0	89,7 id. id.	167,7 166,6 170,1	1,870 1,857 1,897						40,0 50,0 60,0	62,5 58,5 56,5	90,3 id. id.	175,3 173,6 176,1	1,941 1,922 1,950		
Olivo	60,0 70,0 80,0	61,5 58,0 55,0	89,7 id. id.	184,5 182,6 185,4	2,057 2,036 2,068	60,0 70,0 80,0	53,0 50,5 45,5	85,4 id. id.	169,2 172,0 169,4	1,981 2,014 1,984							
Elce	60,0 70,0 80,0	69,5 69,0 65,0	88,7 id. id.	198,1 199,9 198,8	2,235 2,255 2,242	60,0 70,0 80,0	64,0 61,5 59,5	83,7 id. id.	188,1 187,6 189,6	2,249 2,242 2,266	80,0	60,0	83,8	187,4	2,236		

Nella tabella B sono raccolte, caso per caso, le medie degli indici di rifrazione che si deducono dalla tabella A, insieme ai valori dei pesi specifici dei rispettivi legni, determinati facendo il rapporto fra il peso dei parallelepipedi di ciascun legno ed il loro volume, calcolato geometricamente.

TABELLA B	INDICI DI RIFRAZIONE			Peso specifico	
	Propagazione				
	longitudinale	trasversale			
		verticali	fibre orizzontali		
Abete	I	1,540	1,646	—	0,458
	II	1,596	1,679	1,730	0,463
	III	—	1,604	1,657	0,442
	IV	—	1,721	1,832	0,471
Media	1,568	1,663	1,739		0,458
Pino	—	1,590	1,635		0,441
Pioppo	1,585	1,624	—		0,567
Pitch-Pine	1,759	1,839	1,869		0,636
Pero	1,781	1,794	1,800		0,659
Noce	1,875	—	1,938		0,725
Olivo	2,054	1,993	—		(a)1,004
	(a)	(b)			(b)0,958
Elce	2,244	2,252	2,236		1,238

8.° *Osservazioni.* Discutendo la tabella A si può riconoscere il grado di esattezza da attribuirsi alle singole determinazioni; la discussione dei risultati si farà meglio sopra la tabella B.

Da questa intanto risulta, che l'indice di rifrazione varia considerevolmente da legno a legno, aumentando all'aumentare del rispettivo peso specifico.

Nello stesso legno poi l'indice di rifrazione aumenta gradatamente dal caso della I a quello della II ed a quello della III colonna.

Ora, se consideriamo la direzione delle linee di forza elettrica fra i fili dell'apparato di Lecher, riconosciamo che, nel caso della I colonna, esse sono in tutto il loro percorso perpendicolari alle fibre, e perciò i valori in essa registrati danno l'indice di rifrazione n_1 (perpendicolarmente alle fibre); invece nel caso della colonna II, le linee di forza che si allontanano alquanto dal piano dei fili, hanno in una parte del loro percorso anche una componente parallela alle fibre e perciò i valori della I e II colonna non coincidono, e la loro differenza indica di quanto l'indice di rifrazione viene nel secondo caso aumentato in causa dell'imperfetto parallelismo delle linee di forza. Aggiungendo tale differenza ai valori della III colonna, si avranno i valori di n_2 (parallelamente alle fibre) corretti dell'errore prodotto dalla stessa causa, giacchè in tal caso l'effetto sarà sensibilmente uguale e di segno opposto.

Le mie esperienze non mi permettono di fare questa correzione che per alcuni dei legni da me studiati, e per questi risultano i seguenti valori di n_1 ed n_2 :

	Abete	Pitch-Pine	Pero	Elce
n_1	1,568	1,759	1,781	2,244
n_2	1,834	1,949	1,813	2,244

Per gli altri legni valgono per n_1 i valori della I colonna della tabella B e per n_2 (approssimativamente) quelli della III.

La differenza $n_1 - n_2$ che pel legno d'abete risulta dalle esperienze è 0,266, valore che si approssima più al valore 0,19 che si deduce dalle esperienze del Righi, che al valore 0,40 trovato dal Mack (V. § 1°).

9.° *Conclusioni.* Dalle presenti esperienze si possono trarre le conclusioni seguenti:

1.^a L'indice di rifrazione elettrica varia notevolmente da una specie all'altra di legno e cresce colla densità entro i limiti 1,540 (abete: densità = 0,458) e 2,244 (elce: densità = 1,238).

2.^a Nello stesso legno la vibrazione elettrica perpendicolare alle fibre si propaga più velocemente della vibrazione parallela alle fibre, quindi nel primo caso l'indice di rifrazione è minore che nel secondo.

3.^a La differenza dei due indici è minore nei legni più densi e compatti che in quelli più leggeri.

Vedremo in una prossima Nota l'influenza che ha sui detti indici di rifrazione il grado di umidità del legno, e quanto i risultati stessi sieno in accordo colla relazione di Maxwell $n^2 = k$.

Fisiologia. — *Sulle leggi delle scosse muscolari. Precedenti storici* (1). Nota del dott. UBERTO DUTTO, presentata dal Socio LUCIANI.

Tra i fisici che contemporaneamente a Volta studiarono gli effetti fisiologici della corrente elettrica, Pfaff osservò che la direzione della corrente aveva un'influenza sulla scossa del muscolo, nel senso che non era indifferente per avere la scossa di chiusura o di apertura, se la corrente che percorre il nervo fosse ascendente o discendente, cioè se percorresse il nervo in senso centripeto o in senso centrifugo.

Non ricorderò i particolari di questa scoperta di Pfaff (che se ne serviva per conoscere la direzione della corrente nelle pile) sia perchè ciò non si

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisiologia della R. Università di Roma.