

**RICERCHE SPERIMENTALI INTORNO AD ALCUNE PROPRIETÀ FISICHE
DEL LEGNO TAGLIATO PARALLELAMENTE O PERPENDICOLAR-
MENTE ALLE SUE FIBRE; PER D. E. VILLARI PR. DI FISICA
NEL R. ISTITUTO TECNICO DI FIRENZE.**

(Presentata alla R. Accademia delle Scienze di Napoli
e pubblicata nei suoi Atti).

È da lungo tempo conosciuto, che tutte le sostanze, le quali hanno diversi assi di elasticità, mostrano secondo i medesimi modificate le loro proprietà fisiche. Così tutti quei cristalli, che hanno diversi assi di elasticità, mostrano secondo i medesimi diverse le loro proprietà ottiche. Il Sénarmont (1) mostrò ancora che i cristalli hanno diversa conducibilità pel calore secondo i differenti assi, per cui le superficie termiche in cotali cristalli sarebbero degli ellissoidi più o meno schiacciati secondo alcuni degli assi del cristallo. Il Savart (2) poi facendo vibrare tra le altre delle lastre di cristallo di rocca tagliate in diverse direzioni, concluse, dalle figure acustiche che vi si formavano, che il cristallo di rocca per la sua elasticità poteva considerarsi come un corpo a fibre parallele all'asse. E finalmente il Mitscherlich (3) pel primo, e dopo di lui Pfaff (4) ed altri ancora dimostrarono essere nei cristalli vari i coefficienti di dilatazione secondo i diversi assi, e che in alcuni casi ancora si osservava

(1) De Sénarmont Annales de Chim. et de Phys. III. Sér. T. XXI. e XXII.

(2) Savart Annales de chim. et de phys. 2 Sér. t. XL: p. 113 e compara anche. Daguin Traité de Phys. t. I. p. 619.

(3) Mitscherlich Pogg. Ann. Bd. I. X. XLI e compara Wüllner Experimental Physik Bd. II p. 36.

(4) Pfaff Pogg. Ann. Bd. CIV, e CVII.

un coefficiente di contrazione per effetto del riscaldamento invece di uno di dilatazione, come si verifica in generale.

Questi fatti dimostrano chiaramente che tutte le proprietà fisiche dei corpi sono così collegate tra loro, che l'una non può variare senza che le altre più o meno profondamente non si modificino. Nel legno adunque, ed in generale in tutte le sostanze fibrose, essendovi assi di elasticità diversissimi secondo le varie direzioni, era naturale doverne risultare secondo le medesime una diversità nelle altre proprietà fisiche delle stesse sostanze fibrose.

Già infatti il De la Rive (1) ed il Decandolle, e più tardi ancora il Knoblauch (2), col metodo del De Sénarmont hanno dimostrato che il legno nella direzione delle sue fibre conduce il calorico assai meglio che in una direzione perpendicolare alle medesime. La differenza di conducibilità secondo il Knoblauch sarebbe massima nei legni poco compatti, arrivando ad un rapporto di 1: 1,80 nel pioppo e nel tiglio, fino a diminuire nei legni più compatti, come nel bossolo, ad un rapporto di 1: 1,25. Il Savart inoltre avendo tagliato tre regoli di legno eguali, uno parallelo alle sue fibre, uno perpendicolare alle medesime e parallelo agli strati legnosi, ed un terzo perpendicolare ad essi, riconobbe, facendoli vibrare, che il suono più acuto, e per conseguenza la massima elasticità apparteneva al primo di detti regoli e la minima elasticità al secondo.

Non furono per altro eseguite sui legni ulteriori ricerche per quanto io mi sappia, tendenti ad osservare se si appalesavano in essi altre differenze di proprietà fisiche secondo le varie loro direzioni. Io ho intrapreso uno studio sì fatto, ed avendo sperimentato su aste di diversi legni tagliate ora nel senso delle fibre ed ora perpendicolarmente alle medesime, vengo ad esporre nella presente memoria i risultati ottenuti, sia per rispetto al coefficiente di dilatazione prodotto e dal calore e dallo assorbimento dell'acqua, sia rispetto alla conducibilità dei legni per la elettricità.

(1) De la Rive et Decandolle. Bibliothèque universelle de Genève T XXXIX.

(2) Knoblauch. Pogg. Ann. Bd. CV. compara Wüllner Physik Bd. II s. 424

I. Coefficiente di dilatazione calorifico.

Per la determinazione del coefficiente di dilatazione del legno ho adoperato vari apparecchi, e mi sono poi fermato ad uno, che ha qualche somiglianza con quello adoperato dal Pfaff (1) nello studio della dilatazione dei cristalli; dal quale però differenzia per alcune modificazioni, che qui appresso verrò dichiarando.

Questo apparecchio è indicato dalla *fig. 1 Tav. II* ed è costruito nel modo seguente. Sopra un gran banco di legno ben fermo AA sono tenute a vite due aste di ferro *aa'* a base quadrata (2) lunghe 50 centimetri, di 27^{mm} di lato, e sporgenti per 25 cm. dal bordo del banco. Sull'estremità anteriore dell'asta *a'* si eleva, fermata a vite, una seconda asta di ferro *b* a base quadrata, lunga 25 cm., la quale porta un piccolo corsoio ad anello *c* che per mezzo d'una vite a pressione si può fermare a diverse altezze. Sull'estremità anteriore dell'altra asta *a*, e mediante due sostegni di vetro a facce piane e parallele, alto ciascuno 15^{mm} è appoggiata la stufa *S*, che è tenuta fissa per mezzo di viti a pressione *v*.

La stufa è di ottone, alta 14 cm. e di 10 cm. di diametro, e consiste in uno involuppo esteriore cilindrico *S* ed in uno interno *s* a base quadrata di 20^{mm} di lato. Entrambi sono saldati al fondo superiore ed inferiore della stufa in modo da comprendere tra loro uno spazio anulare *Ss* perfettamente chiuso. I due fondi sono forati nel mezzo in corrispondenza dello involuppo interno, cosicchè in esso si possono introdurre le aste di legno che si vogliono esaminare. Queste aste di qualche centimetro più corte della stufa, sono da questa perfettamente circondate e libere, perchè sostenute da un pezzo di vetro che poggiando sulla sbarra di ferro *a* penetra nella stufa per 7 od 8^{mm} (3).

(1) Pfaff l. c.

(2) Nella figura le due aste *a a'* sono per isbaglio disegnate più larghe assai di quelle che non erano in realtà.

(3) Questi pezzi di vetro sono delle lastre a facce piane e parallele circa 15^{mm} grosse che poggiano sulla verga di ferro e sostengono la stufa. Quello di mezzo poi oltre alla lastra grossa 15^{mm} ne porta un'altra grossa 8^{mm} che penetra tutta nel tubo centrale della stufa; in questo modo la

Il vetro poi essendo pessimo conduttore del calorico non fa riscaldare l'asta di ferro, sulla quale è appoggiato; nè per la sua piccola dilatabilità altera molto gli effetti delle dilatazioni delle sostanze esaminate, laonde si rendono necessarie piccole correzioni (1). Un indice *ii'* lungo circa un metro è formato da un'asta di vetro curva in *i*, ove appoggia sul legno con una estremità ristretta ed arrotondata. All'altra estremità *i'* è masticiata una punta di legno rivolta in basso, la quale viene guardata da un catetometro. Sull'indice e propriamente a circa $\frac{1}{10}$ della sua lunghezza a contare dall'estremità *i* vi è masticiata una ghiera di ottone *o* a forma di uliva, la quale porta normalmente al suo asse, e quindi a quello dell'indice un coltello di acciaio simile a quello delle bilancie, il quale appoggia sul corsoio mobile sottostante in modo che l'indice può girare liberamente intorno al tagliente del coltello quasi senza attrito di sorte. Il tagliente del coltello poi, la punta che appoggia sul corpo esaminato, e la punta di legno *i'* sono così poste sull'indice che tutte e tre si trovano su una medesima linea retta. Il peso di ferro *p*, raccomandato per mezzo di un filo all'indice, serve a tenerlo orizzontale, e sempre premente contro il corpo messo nella stufa.

Nell'apparecchio adoperato da Pfaff, per la misura delle dilatazioni dei cristalli, l'indice era sospeso per mezzo di un asse di ottone girevole in appositi cuscinetti metallici, ed al peso *p* era sostituita una molla d'acciaio, che premeva sul braccio corto dell'indice. Questo modo di sospensione però poteva per l'attrito che generava esser cagione di errori, come per alcune e-

parte esteriore del sostegno centrale di vetro quasi chiude inferiormente la apertura centrale della stufa, ed impedisce così le correnti d'aria che potrebbero raffreddare i corpi sottoposti all'esperienza.

(1) Farò qui notare che avendo una volta appoggiato la stufa sopra una lastra di vetro grossa 8^{mm} e fermata sulla sbarra di ferro, i risultati dell'esperienze allora eseguite furono assai inesatti. La cagione di ciò si era, che la lastra di vetro riscaldandosi prima sulla faccia in contatto con la stufa (sebbene ne fosse separata da più strati di flanella) e poco o nulla riscaldandosi sulla faccia opposta, per la poca conducibilità del vetro, la lastra s'incurvava come avrebbe fatto una lamina compensatrice ed era così causa di errori più o meno grandi a seconda della velocità, con cui l'apparecchio veniva riscaldato. Per tali ragioni fissai la stufa nel modo indicato nel testo.

sperienze preliminari potetti avvedermi e però modificai l'apparecchio come più sopra è detto.

Ad impedire poi il riscaldamento delle parti dell'apparecchio poste vicine alla stufa (1), essa venne intieramente rivestita con più strati di flanella. Inoltre l'asta di ferro *b* era circondata fino al corsoio *o* da un tubo di vetro ripieno d'acqua, che continuamente si rinnovava e si riversava sull'asta orizzontale *a'* per nuova acqua, che pel tubo di gomma elastica *d'* arrivava di continuo al fondo del tubo di vetro. Un secondo tubo di gomma *d* portava l'acqua sull'asta *a* a piccola distanza dalla stufa, e bagnava di quella una zona, limitata da due grossi cerini di cera saldati intorno intorno all'asta, non che da una speciale guernitura di latta, che impediva lo spruzzare dell'acqua sulle parti vicine. L'acqua poi si riversava in un gran vassoio posto immediatamente al disotto dell'apparecchio.

Gli allungamenti delle aste in esame venivano giudicati dallo spostamento dell'estremità *i'* dell'indice, il quale spostamento era misurato per mezzo di un eccellente catetometro costruito dal Perreux a Parigi. Il catetometro per mezzo del nonio misura fino ad $\frac{1}{20}$ di millimetro, e per mezzo di una vite micrometrica misura fino ad $\frac{1}{200}$ od anche volendo fino ad $\frac{1}{400}$ di millimetro. Il cannocchiale del catetometro perfettamente acromatico ingrandiva assai per potere apprezzare facilmente le frazioni di millimetro su dette.

Per poter poi ricavare dalle misure catetometriche le dilatazioni del legno bisognava conoscere il rapporto tra le due braccia dell'indice; alla cui esatta determinazione arrivai con un doppio metodo di misure.

In prima fissai uno sferometro sulla sua lastra di vetro che appoggiava sull'asta *a*, e sul centro della testa della vite sferometrica appoggiava la estremità corta dell'indice messo orizzontale. Quindi sollevavo ed abbassavo l'estremità *i* dell'indice per mezzo dello sferometro d'una quantità nota e misuravo lo spostamento sofferto dall'altra estremità *i'* dell'indice per

(1) Questo era tanto più facilmente ottenuto in quanto si sperimentava a temperature comprese tra 0 e 55° per ragioni, che saranno dette in appresso.

mezzo del catetometro. Da molte misure concordanti ricavai essere il rapporto delle due braccia di 1 : 9,52. Dopo questa prima determinazione misurai direttamente col catetometro la lunghezza delle due braccia dell'indice a partire dal tagliente del coltello o e trovai per le lunghezze delle due braccia i numeri seguenti, cioè: pel braccio corto

1 ^a posizione del catetometro	932,74 ^{mm}
2 ^a „ „ „	856,82
lunghezza del braccio corto	<u>75,92</u>

pel braccio lungo poi.

1 ^a posizione del catetometro	856,82
2 ^a „ „ „	133,96
lunghezza del braccio lungo	<u>722,96</u>

Dalle quali misure dirette si trova che il rapporto tra le due braccia è di 1 : 9,52 esattamente come si era trovato col metodo precedente.

Pel modo intanto di misurare gli spostamenti dell'indice per mezzo del catetometro il mio apparecchio diversifica essenzialmente da quello adoperato dal Pfaff nel misurare la dilatazione dei cristalli. Questi infatti fissava all'indice uno specchietto, e col solito metodo di Gaus misurava l'angolo di deviazione dell'indice misurando col cannocchiale e con la scala la tangente trigonometrica del doppio angolo di deviazione dello specchio. Laonde la grandezza della tangente, e quindi la sensibilità dell'apparecchio dipendeva dal rapporto tra il braccio corto dell'indice ed il doppio della distanza tra l'asse di rotazione dell'indice e la scala del cannocchiale. Questo metodo adunque è, quasi direi, fondato sul medesimo principio di quello di Lavoisier e Laplace, e la sua sensibilità si può accrescere quanto si vuole allontanando la scala dallo specchio. Esso però presenta l'inconveniente, che ogni piccola modificazione di lunghezza del braccio corto dà origine ad errori tanto più grandi, per quanta maggiore è la differenza delle lunghezze delle due braccia, cioè per quanta maggiore è la sensibilità dell'istrumento. Nelle esperienze

del Pfaff il rapporto tra le due braccia era 1 : 2000 (1). Nelle loro esperienze il Lavoisier e Laplace si arrestarono ad una differenza molto minore; il medesimo rapporto nel loro apparecchio era di 1 : 744. Io invece avendo misurato direttamente col catetometro gli spostamenti dell'indice ho potuto ridurre il medesimo rapporto a quello di 1 : 9,52 quindi molto più piccolo di quello prescelto dagli sperimentatori suddetti, per cui ho potuto ridurre gli errori dovuti alla causa detta di sopra in limiti assai più ristretti, senza togliere però all'apparecchio la sensibilità necessaria. Infatti il rapporto tra le due braccia dell'indice essendo di 1 : 9,52, e potendo io col catetometro per mezzo del semplice nonio misurare esattamente uno spostamento di 0,02 di millimetro potevo esattamente misurare uno spostamento di 0,002 di millimetro avvenuto all'estremità del braccio corto dell'indice; e siccome le verghe da me esaminate erano di circa 130^{mm} di lunghezza così io potevo ottenere misure esatte fino a 0,000015 della lunghezza della verga, sensibilità più che sufficiente nelle mie ricerche (2).

Prima intanto di sperimentare sul legno feci una serie di misure per determinare il coefficiente di dilatazione del ferro a fin di controllare l'apparecchio; e fatte tutte le correzioni trovai pel coefficiente del ferro 0,00001256, che è compreso tra 0,0000118 trovato dal Dulong e Petit e 0,0000144 trovato dal Troughton; e siccome adoperavo un'asta di ferro forgiata, così ritenni per vero il coefficiente 0,0000122 dato dal Lavoisier per un'asta della medesima natura, e conformemente corressi poi tutti i risultati ottenuti col legno. Una simile correzione credetti necessaria perchè non potevo calcolare con esattezza le dilatazioni dei diversi vetri, che entravano a far parte dell'apparecchio, e della sbarra di ferro, che poteva venire un po' riscaldata per l'irraggiamento della stufa.

È da notare frattanto che il coefficiente di dilatazione del legno varia grandemente col variare del suo stato di umidità :

(1) Pfaff. l. c.

(2) Il catetometro per mezzo della vite micrometrica poteva far misurare sino a 0,000002 dell'asta in esperimento. A questa sensibilità non sperimentai mai, perchè sarebbe riuscita inutile affatto nelle determinazioni del coefficiente del legno.

ed inoltre essendo i legni sostanze molto igrometriche e facilmente essiccabili quando vengono riscaldati, fui costretto, per potere ottenere dei risultati comparabili tra loro, di sperimentare su legni già d'avanti ben disseccati, ed ancora di sperimentare a temperature poco elevate.

Feci adunque tagliare dal medesimo pezzo di legno due prismi retti a base quadrata, uno parallelamente alle fibre del legno ed un altro perpendicolarmente alle medesime (1). Quindi questi prismi legati insieme strettamente con filo di ferro, onde non si storcessero, li sottoponevo in una stufa ad olio ad una temperatura di circa 120° o 130° e li facevo così disseccare per 48 ore od anche più. Dopo di che erano tagliati a squadra di una lunghezza di circa 130^{mm} e grossi così da entrare esattamente nell'interno della stufa; quindi venivano forati per 5 o 6 cm. nel senso della loro lunghezza onde poter contenere un termometro nel tempo dell'esperienza; e finalmente venivano chiusi in una bottiglia a tappo smerigliato contenente cloruro di calce fuso per averli pronti per l'esperienza.

L'operazione del riscaldamento fu certo la più difficile e la più penosa. Delle esperienze preliminari mi mostrarono come il legno al disopra dei 50 gradi si dissecca e si accorcia sensibilmente, per cui il coefficiente di dilatazione determinato per le temperature superiori ai 50° è minore del vero. I numeri seguenti si riferiscono ad un'asta traversa di magogano e ad una di noce. La prima colonna delle tavole contiene le temperature, a cui furono misurate le dilatazioni, la seconda le misure catetometriche corrispondenti, la terza il rapporto $\frac{\lambda}{\theta' - \theta}$ cioè lo allungamento del legno osservato al catetometro per ogni grado di temperatura, ove λ indica lo spostamento del catetometro, θ la temperatura iniziale (pel magogano 12°, 5 e pel noce traverso 4°, 8) e θ' la temperatura finale di ciascuna esperienza.

(1) Le aste traverse erano in generale così tagliate da riescire anche perpendicolari agli strati, sebbene qualche volta questi in alcune aste vi riescivano alquanto inclinati per la difficoltà di potermi procacciare aste altrimenti tagliate. Non eseguii poi esperienze sopra aste perpendicolari alle fibre e parallele agli strati perchè è impossibile tagliare aste di legno nella direzione su detta della lunghezza necessaria alle mie ricerche.

Legno di magogano traverso.

TEMPERATURE	ALTEZZE del catetometro	$\frac{\lambda}{\theta' - \theta}$
12°,5	630,00	
39, 8	628,90	0,0403
68, 5	627,48	0,0450
94, 2	627,08	0,0375
97, 0	627,24	0,0326

Legno di noce traverso.

TEMPERATURE	ALTEZZE del catetometro	$\frac{\lambda}{\theta' - \theta}$
4,8	619,36	
29,1	617,90	0,0600
44,0	616,90	0,0602
93,0	614,38	0,0564
94	614,76	0,0515

I legni per fare le esperienze precedenti vennero riscaldati lentamente col riscaldare l'acqua contenuta nella stufa per mezzo di una corrente di vapore d' acqua bollente. Le medesime esperienze furono fatte sull'istesso pezzo di noce, riscaldandolo però celeremente col riempire la stufa successivamente con acqua riscaldata a diverse temperature, ed i risultati furono i seguenti.

Legno di noce traverso.

TEMPERATURE	ALTEZZE del catetometro	$\frac{\lambda}{\theta' - \theta}$
5,5	620,90	
34,5	619,16	0,0600
50,9	618,06	0,0639
72,2	616,84	0,0608
91,3	615,86	0,0587
93,4	616,08	0,0549

Dalle tavole precedenti si scorge, prima che il quoziente $\frac{\lambda}{\theta' - \theta}$, e perciò anche il coefficiente di dilatazione del legno, aumenta rapidamente da 0° fino a 50° o 60° centigradi analogamente a tutti gli altri corpi, i quali (specialmente quando sono vicini a cambiar di stato) hanno un coefficiente, che cresce con la temperatura. Nei legni il coefficiente cresce forse così rapidamente perchè sono vicini alla temperatura di decomposizione? I legni nel decomporsi cambiano naturalmente di stato. In secondo luogo risulta ancora che il coefficiente diminuisce poi e sempre più col crescere delle temperature, in modochè poco al disopra dei 90° il legno comincia a restringersi, per cui il coefficiente di dilatazione trovato al di là di tale temperatura sarebbe un coefficiente negativo. Tale diminuzione del coefficiente è dovuta all'essiccamento del legno, che incomincia a farsi sensibile tra i 50 e i 60° fino a superare pei suoi effetti quello della dilatazione, per cui il legno poi al di là dei 90° si accorcia invece di dilatarsi. Ed è ancora dipendente da una simile cagione la differenza di dilatazione del noce osservata nelle due ultime tavole. Nell'esperienza, a cui la prima delle suddette tavole si riferisce, il riscaldamento si produsse lentamente come si disse, per cui l'essiccamento del legno fu più sensibile ed il coefficiente di dilatazione così ot-

tenuto sarebbe stato alquanto più piccolo di quello ricavato dai dati dell'ultima tabella. I numeri registrati nella medesima infatti si ottennero riscaldando celeremente i legni messi nella stufa riempiendola con acqua già davanti riscaldata, laonde l'essiccamento in questo caso dovette essere poco o punto sensibile nel principio dell'esperienza e quindi la dilatazione fu maggiore.

Analoghi esperimenti vennero ancora eseguiti sul noce tagliato parallelamente alle sue fibre e si osservò come esso si dilatava continuamente tra 0 e 50°, al di là della quale temperatura non si dilatava più e cominciava poi a restringersi oltre gli 80°. Nel raffreddarsi poi il legno si restringe con anomalie perfettamente analoghe a quelle osservate quando si riscalda.

Da tutte queste osservazioni si può adunque concludere che il coefficiente di dilatazione del legno deve essere cercato a temperature inferiori ai 50 gradi. Io mi sono limitato a temperature comprese tra 0 e 35° per essere al sicuro di simili errori. Inoltre il riscaldamento ed il raffreddamento deve eseguirsi sempre con la massima celerità per eliminare il più possibilmente gli effetti dell'essiccamento: laonde io per riscaldare e raffreddare il legno riempivo la stufa di acqua calda e di acqua fredda tutte le volte alle medesime temperature, onde modificare quella dei legni sempre in un tempo molto breve; i risultati quindi così ottenuti erano in generale perfettamente concordi.

Per conoscere poi esattamente la temperatura del legno esaminato servivano le tre tubulature aggiunte alla stufa. Per la prima che portava il tubo *t* si introduceva nella stufa l'acqua or calda or fredda, che serviva a portare il legno ad una data temperatura, per la seconda passava un termometro *t''* diviso in decimi di gradi, che era contenuto nello spazio anulare *Ss* della stufa ed era comparato con un secondo termometro *t'''* del tutto simile, il quale veniva introdotto nel foro che portava, come dicemmo, ciascun pezzo di legno: per la terza tubulatura passava un cannello di vetro *l'* che andava fino al fondo della stufa: esso serviva ad agitare l'acqua della medesima di tanto in tanto per mezzo di una corrente di aria, che vi si soffiava dentro; e questo poteva eseguirsi senza scuotere la stufa, perchè il detto cannello terminava in alto in un tubo di gomma elastica.

Finalmente un'altro tubo di gomma era fissato ad una tubulatura inferiore e serviva da tubo di efflusso, per vuotare la stufa senza scuoterla, e per impedire che il liquido che la riempiva superasse un dato livello.

Così adunque disposto l'apparecchio cominciai l'esperienza con riempire la stufa di acqua a 0° , e mescolandola spesse volte s'attendeva, che il termometro del legno e quello t' dell'acqua indicassero la medesima temperatura, la quale si notava unitamente alla posizione dell'indice data dal catetometro già d'avanti apparecchiato. Poscia per mezzo del tubo di efflusso si vuotava la stufa senza scuoterla per riempirla con acqua a 40° , e novellamente si aspettava fino a che i due termometri t'' t''' indicavano la stessa temperatura, la quale di nuovo si notava insieme alla posizione dell'indice data dal catetometro. Le differenze fra la prima e la seconda temperatura e fra la prima e la seconda posizione catetometrica davano la variazione di temperatura sofferta dal legno e la variazione sofferta nella sua lunghezza. Dopo di questa prima esperienza, senza nulla smuovere, si rimuoveva l'acqua calda della stufa con acqua a 0° e con le precauzioni su esposte si ripeteva la misura, e così di seguito per altre volte, affin d' avere più misure concordi. Tutti i risultati concordanti ottenuti erano sommati insieme in modo da calcolare sopra una variazione di temperatura di circa 80° ; e quindi fatte le debite correzioni si determinava il coefficiente della sostanza esaminata. Esso in generale per ciascun esemplare è stato determinato due volte, e presa la media dei due coefficienti trovati. Occorre per altro notare che essendo la stufa abbastanza grande, ripiena di acqua ad una temperatura poco diversa da quella dell'ambiente ed anche rivestita di più strati di flanella, il legno, dopo che i due termometri erano coincidenti, serbava per parecchio tempo una temperatura costante, che senza errore si poteva determinare con molta esattezza.

Qui intanto sono i risultati di alcune ricerche eseguite col metodo precedentemente descritto.

NOMI dei corpi	INTERVALLO di temperatura	COEFFICIENTE DI DILATAZIONE del legno per 1° di temperatura nella direzione		RAPPORTO fra idue coefficienti
		perpendicolare alle fibre	parallela alle fibre	
Bossolo	2° fino a 34° circa	0,0000614	0,00000257	25 : 1
Abete	„	0,0000584	0,00000371	16 : 1
Querce	„	0,0000544	0,00000492	12 : 1
Magogano	„	0,0000404	0,00000361	12 : 1
Olmo	„	0,0000443	0,00000565	11 : 1
Pioppo	„	0,0000363	0,00000383	9 : 1
Acero	„	0,0000484	0,00000638	8 : 1
Noce	„	0,0000484	0,00000355	8 : 1
Pino	„	0,0000341	0,00000541	6 : 1
Castagno	„	0,0000325	0,00000649	5 : 1

Dai risultati precedenti si può adunque conchiudere che il coefficiente di dilatazione dei legni è massimo in una direzione perpendicolare alle loro fibre ed è minimo in una direzione parallela alle medesime. Nei legni da me esaminati la differenza massima si scorge nel bossolo, ove il rapporto del coefficiente per traverso a quello per lungo è di 25 : 1. Questo rapporto nella tavola precedente va continuamente scemando, fino ad arrivare ad un rapporto minimo di 5 ad 1 nel legno di castagno. È da notare però, che ciò accade perchè mentre il coefficiente per traverso diminuisce, quello secondo le fibre aumenta. E quasi parrebbe che la dilatazione quando non può verificarsi che poco o punto nel senso delle fibre si verifica maggiormente in una direzione perpendicolare ad esse, e viceversa.

È anche singolare osservare che mentre il coefficiente per traverso di uno qualunque dei legni da me esaminati è maggiore del coefficiente di qualunque altro corpo solido, quello del legno per lungo è minore di ogni altro coefficiente conosciuto, salvo

qualche raro caso, come potrebbe essere per esempio quello di alcuni coefficienti negativi (1).

Questa grande diversità nel coefficiente di dilatazione dei legni frattanto, osservata nelle due direzioni suaccennate, è naturalissima nella moderna teoria del calore. Oggi infatti si ammette da moltissimi fisici un movimento nelle molecole di tutti i corpi, la cui temperatura sarebbe proporzionale alla forza viva delle molecole stesse. Nei corpi solidi questi movimenti sono assai ristretti e si verificherebbero intorno ad una determinata posizione di equilibrio, che non abbandonerebbero se non per forze esteriori perturbatrici. Riscaldare un corpo vuol dire, secondo questa teoria, aumentare la forza viva dei movimenti delle sue molecole, per cui l'aumento di temperatura deve essere accompagnato da un aumento delle distanze intramolecolari e quindi del volume del corpo. Questo aumento però è contrastato dalle forze molecolari attrattive dei solidi e dei liquidi, e tanto più per quanto più intense esse sono. La dilatazione adunque di cotali corpi deve essere accompagnata da un consumo di calore, che il Clausius chiama lavoro interno, il quale non si verifica nei gas perfetti.

Da ciò che precede risulta chiaro che aumentando la temperatura di un corpo a struttura non omogenea la sua dilatazione deve essere massima nel senso, nel quale le forze molecolari son minime, e viceversa minima là dove quelle son massime. Laonde in tutte le sostanze fibrose, e propriamente nei legni, nella direzione parallela alle fibre, nella quale la elasticità, la tenacità ec., nella quale cioè le forze molecolari son massime in intensità, in quella direzione il coefficiente di dilatazione deve essere minimo come è in effetti. Per lo contrario in una direzione per-

(1) Non voglio mancare di avvertire che i coefficienti da me trovati per legni esaminati non sono dei numeri invariabili e costanti per ciascuna qualità di legno, ma piuttosto sono dei numeri relativi a ciascuno dei campioni esaminati. È facile il comprendere come sulla dilatazione dei legni debba influire la loro età, la loro durezza, provenienza ec. ec.; determinando quindi il coefficiente per vari pezzi di legno della medesima qualità si troveranno sempre delle differenze in modo che il numero che lo esprime varia sempre nella sua terza e spessissimo nella sua seconda cifra significativa.

pendicolare alle fibre, nella quale le forze molecolari son minime, in quella deve esser massimo il coefficiente di dilatazione, perchè secondo tale direzione si scarica la maggior parte della nuova attività molecolare acquistata per effetto del calore. Per cui secondo questa direzione il coefficiente di dilatazione sarebbe massimo, non solo per effetto delle deboli forze molecolari secondo la medesima direzione, ma ancora per la grande resistenza che le medesime forze molecolari oppongono nella direzione delle fibre. Un' asta di legno tagliata perpendicolarmente alle sue fibre può considerarsi (mi sia permesso il paragone) come un recipiente contenente la sostanza legnosa a pareti mantenute fisse dalle fibre come da infinite catene inestensibili; per cui per effetto del calore la dilatazione non potrà verificarsi che nel senso perpendicolare alle fibre. Questo modo di considerare il fenomeno viene anche appoggiato dall'osservare, che in generale i legni che hanno un coefficiente per traverso grande ne hanno per contro uno per lungo relativamente piccolo, e viceversa.

La grande differenza tra il coefficiente di dilatazione longitudinale e trasversale dei legni mi fece pensare a costruire un apparecchio, che potesse contemporaneamente mostrare a più persone tal differenza. Quest'apparecchio è indicato dalla figura 2. Sopra un piede di ferro munito di tre viti di livello è fissata un'asta quadrata di ottone A lunga circa 13 o 14 cn. e di 20^{mm} di lato; ad essa per mezzo di due viti è fissata una stufa S simile in tutto alla stufa precedentemente descritta, e che nella fig. 2 metà è disegnata per intero e metà in spaccato. Il tubo d serve a riempire la stufa d'acqua fredda o calda od anche di vapore d'acqua bollente onde riscaldare o raffreddare i legni contenuti nella stufa; il tubo e munito di un rubinetto serve da tubo di efflusso. Due regoli di legno a b tagliati entrambi dal medesimo legno, l'uno parallelamente alle sue fibre lungo 1½ cn. e l'altro perpendicolarmente ad esse, lungo 13,5 cn. sono fissati per mezzo di due viti sul zocchetto di ferro p, il quale a sua volta si fissa con la vite E nell'interno della stufa sulla colonna A dell'apparecchio. Sull'estremità anteriore del regolo b si ferma con la vite v l'asta di ferro che regge uno specchietto u u il quale girevole sull'asse o appoggia per l'elasticità d'una molla spirale contenuta nella cassetta o fortemente sull'estremità di una piccola asta di ferro fissata sulla testata

dell'asta α di legno traversa. Finalmente sulla stufa vi è un altro specchietto uu' mobile a mano e tenuto da un'asta r fissata sulla stufa.

A voler fare un'esperienza si livella l'apparecchio e si fissano nella stufa i due regoli muniti del loro specchietto; quindi si fa cadere sui due specchi uu ed uu' per mezzo di una lente l'immagine di un corpo luminoso (la lanterna di Duboscq munita con il suo diaframma a fessura posta verticalmente è adattissima per questa esperienza) in modo che producono entrambi per riflessione due immagini reali sovrapposte sopra un diaframma situato a due o tre metri dagli specchietti. Ciò fatto, si riscaldano i legni, sia riempiendo la stufa con acqua calda, sia facendovi passare una corrente di vapori d'acqua bollente, ed allora istantaneamente l'immagine prodotta dallo specchio fissato sui legni si allontanerà dall'altra per uno o due metri. Raffreddando poscia la stufa, si vedrà la immagine spostarsi nuovamente e ritornare indietro, fino a riunirsi da capo all'immagine fissa ed anche spostarsi dalla parte opposta, se si portano i legni ad una temperatura inferiore a quella, alla quale si cominciò l'esperienza.

Questo fenomeno si può osservare con tutti i legni nominati nella tavola precedente, ma meglio riesce con quelli primi iscritti perchè in essi è maggiore la differenza tra i due coefficienti (1).

II. *Coefficiente di dilatazione del legno per inzuppamento.*

Oltre del coefficiente di dilatazione calorifico, il legno presenta ancora una dilatazione prodotta dall'inzuppamento del-

(1) Se si volesse adoperare questo apparecchio a determinare il rapporto tra i due coefficienti del legno bisognerebbe misurare col solito metodo di Gaus la deviazione dello specchietto dovuto ad una determinata variazione di temperatura; e quindi conoscendo la distanza del braccio s dal centro di rotazione o e la distanza della scala dallo specchio si potrà determinare il rapporto tra le due dilatazioni. Se inoltre ad una delle aste di legno se ne sostituisce una di metallo a coefficiente di dilatazione noto, allora determinando il rapporto dei loro coefficienti si potrà conoscere quello dell'asta di legno esaminata. Per queste ricerche bisognerà introdurre un termometro tra i due legni onde conoscerne esattamente la temperatura.

l'acqua. Questa dilatazione per le idee su esposte intorno al coefficiente di dilatazione propriamente detto dovrebbe essere diversa secondo i diversi assi di elasticità del legno, cioè dovrebbe esser minore nella direzione della massima resistenza, e massima nel senso delle minime forze molecolari.

A confermar poi con l'esperienza una tale supposizione presi dei legni tagliati e seccati come al solito, e li misurai con una scala munita di un nonio, che dava i 0,02 di millimetri. Dopo tenni i legni immersi per qualche giorno nell'acqua e quindi li rimisurai alla medesima scala, fissandoli nella stessa posizione nella quale li avevo misurati prima dell'inzuppamento; il che potetti fare avendo allora fatto dei segni sul legno. La differenza di lunghezza così misurata divisa per la lunghezza avanti l'inzuppamento costituisce un coefficiente di dilatazione, che sebbene diversissimo pei diversi legni è più diverso nel medesimo legno, quando lo si considera nelle sue due direzioni, cioè parallelamente e perpendicolarmente alle sue fibre. Nella seguente tabella sono indicati i risultati di queste ricerche; nella prima colonna della quale sono iscritti i nomi dei legni, nella seconda il coefficiente di dilatazione nella direzione perpendicolare alle fibre, e nella terza il coefficiente preso nella direzione delle fibre.

NOMI dei legni	COEFFICIENTE DI DILATAZIONE per lo inzuppamento del legno tagliato		RAPPORTO fra i due coefficienti
	perpendicolarmente alle sue fibre	parallelamente alle sue fibre	
Acero	0,0831	0,0032	26 : 1
Abete	0,0697	0,00386	18 : 1
Olmo	0,0620	0,00292	20 : 1
Noce	0,0586	0,00279	21 : 1
Pioppo	0,0459	0,00251	18 : 1
Magogano	0,0453	0,00397	11 : 1

Dai numeri precedenti si scorge che il legno nello inzupparsi si dilata molto in direzione trasversale e poco in direzione parallela alle fibre, come appunto dovea prevedersi; nell'acero il rapporto è di 26 : 1. L'acqua nell'introdursi per capillarità nei pori del legno lo dilata maggiormente in quella direzione, nella quale la resistenza opposta dalle forze molecolari è minore; come appunto avviene per l'effetto del calore.

Questi esperimenti ci danno la spiegazione di molti fatti assai comuni. Così per citarne qualcuno dirò come le tavole di legno umide poste in uno spazio asciutto, al sole, ed anche al fuoco si incurvano poco o punto nel senso delle fibre e moltissimo in una direzione perpendicolare alle medesime. Le tavole in questo caso si disseccano nella faccia riscaldata, che perciò si accorcia moltissimo in una direzione perpendicolare alle fibre e s'incurvano come farebbe una lamina compensatrice. Per impedire un tale effetto le tavole si sogliono rinforzare con strisce di legno tagliate nel senso delle fibre. È del pari da attribuirsi alla medesima ragione, che i legni, massimamente quelli molto fibrosi, si fendono con gran facilità parallelamente alle loro fibre, in specie quando sono fissati ai loro bordi. Infiniti altri fatti del medesimo genere dipendono dalla stessa cagione.

III. *Conducibilità del legno per l'elettricità.*

Le ricerche del De la Rive, del Decandolle e del Knoblauch intorno alla diversa conducibilità dei legni pel calorico secondo le diverse direzioni, mi fecero supporre ad una consimile differenza nel potere conduttivo dei legni rispetto alla elettricità. Ed infatti dopo parecchi tentativi potei assicurarmi che i legni conducono la elettricità di strofinio nel senso delle fibre molto meglio che in una direzione perpendicolare alle fibre stesse. Una tale differenza è poi spesso così rilevante che non vi è nessuna difficoltà per osservarla. Così basterà avvicinare a mano alla macchina elettrica in azione l'un dopo l'altro due prismi di legno tagliati nelle due direzioni solite per assicurarsi che la distanza esplosiva delle continue e piccole scintille tra la macchina ed il legno è maggiore quando si sperimenta con un legno tagliato parallelamente alle fibre, di quella che con uno tagliato

perpendicolarmente ad esse. Col pino, quercia, magogano, bossolo ec. l'esperienza riesce meglio che con gli altri legni da me esaminati.

La medesima ricerca può farsi mettendo il conduttore della macchina elettrica in comunicazione col suolo alternativamente per mezzo delle diverse aste dei vari legni, ed osservando all'elettroscopio di Henly le tensioni che si possono impartire alla macchina girandola sempre con velocità uniforme. Meglio ancora però riesce l'esperienza se si misura con uno spinterometro la distanza esplosiva della scintilla. Qui appresso sono indicate in millimetri le distanze esplosive della scintilla mentre che la macchina comunicava col suolo per mezzo dei legni infrascritti.

NOMI dei legni	Distanza esplosiva della scintilla mentre la macchina comunicava col suolo con un'asta di legno tagliata.	
	parallelamente alle fibre	perpendicolarmente alle fibre
Pino	2 ^{mm}	18 ^{mm}
Olmo	7	18
Bossolo	5	12
Magogano	12	19
Abete	16	19
Pioppo	17	19

La macchina elettrica sola esplodeva scintille di 22 a 24^{mm} di lunghezza contro lo spinterometro. I numeri indicati qui sopra corrispondono alla resistenza del legno opposta al passaggio della elettricità, per cui la macchina tanto meglio si carica quanto più i legni sono resistenti, per cui corrispondentemente sarà maggiore la distanza esplosiva della scintilla. Tale resistenza, come si osserva, è maggiore pei legni traversi, ed è minore per quelli tagliati parallelamente alle fibre. La massima differenza

è presentata dal pino, dall' olmo, dal bossolo ec. che sono legni molto fibrosi e che perciò presentano maggiore diversità, che molti altri nelle due solite direzioni.

Per avere intanto delle misure meglio comparabili tra loro ripresi l' esperienze su dette con un altro metodo. Facevo cioè comunicare la macchina elettrica col suolo per mezzo delle solite aste di legno, che vi erano tenute strettamente contro per mezzo di un conduttore metallico, che appoggiava sulla loro testata superiore. Quindi caricavo la macchina a 90 o 100° dell' elettroscopio di Henly, e poscia con un orologio a secondi contavo il tempo impiegato dalla macchina a perdere 20° della sua tensione; e propriamente misuravo il tempo necessario perchè l' elettroscopio di Henly arrivasse dai 50 ai 30° di tensione. La medesima misura venne successivamente ripetuta da me e da un mio assistente per ciascun pezzo di legno, e le medie di tali risultati sono contenute nello specchietto seguente. Qui è quasi inutile di dire, che i legni esaminati erano stati tutti seccati a caldo e poscia sempre tenuti insieme nel medesimo vaso con cloruro di calce fuso onde si fossero tutti in condizioni analoghe. Nella prima colonna della seguente tavola sono indicati i nomi dei legni, nella seconda é indicato in minuti secondi il tempo necessario per far discendere l' elettroscopio di Henly posto sulla macchina dai 50 ai 30°, mentre la macchina comunicava col suolo per mezzo del legno traverso, e nella terza finalmente è indicato il medesimo tempo, quando però la macchina comunicava col suolo mediante il legno tagliato parallelamente alle fibre. I legni erano tutti dei prismi a base quadrata ed a qualche millimetro presso, tutti di 13 cn. di lunghezza e di 17^{mm} di lato.

NOMI dei legni	La macchina comunica col suolo per mezzo del legno tagliato		RAPPORTO fra le due resistenze
	perpendicolar. alle fibre	parallelam. alle fibre	
Pino	72"	1",5	46,6 : 1
Olmo	57	3"	19 : 1
Magogano	72	5	14 : 1
Querce	90	15	6 : 1
Abete	82	18	4,5 : 1
Pioppo	81	23	3,5 : 1
Castag. ^o nostra. ^{le}	88	32	1,8 : 1
Acero	99	65	1,5 : 1
Noce	70	48	1,4 : 1
Castag. ^o d'India	113	84	1,3 : 1
Bossolo	5	0	» »

La macchina isolata perdeva in 120 a 140 " la stessa tensione di 20°.

I numeri precedenti ci fanno vedere come tutti i legni presentano una diversità grandissima nel loro potere conduttivo per l'elettricità di tensione, secondo le loro diverse direzioni. La differenza massima si scorge nel pino, nell'olmo, nel magogano ec. analogamente ai risultati citati a pag. 417. Ed è per questa grande differenza presentata dal legno di pino tagliato nelle due direzioni, che se si fa comunicare la macchina elettrica col suolo per mezzo del pino longitudinale, essa o non si carica affatto o dà scintille di piccola lunghezza all'approssimarci il dito; se invece si fa comunicare la stessa macchina col suolo mediante un'asta di pino traversa, la macchina si carica fortemente in modo che nelle condizioni, nelle quali io sperimentavo, la macchina dava scintille della lunghezza di 13 a 14 centimetri, così che la si scaricava di continuo contro il sopporto che sosteneva il legno. Fenomeni analoghi ai precedenti si ot-

tengono con l'olmo, il querce cc. differendone solo nell'intensità. È da avvertire per altro, che tali dati numerici non hanno che un valore esclusivamente relativo.

A rendere inoltre anche più netta l'esperienza ho fatto tagliare dei legni in forma di croce, a braccia eguali ed in modo che due di esse erano parallele alla direzione delle fibre legnose, e le due altre vi erano perpendicolari. E con tali croci potetti ripetere tutte le esperienze su dette, relative alla conducibilità dei legni per la elettricità di strofinio. Risultati analoghi si ottengono adoperando dei dischi o anche delle tavole di legno quadrate quando opportunamente sieno state tagliate e disseccate.

La conducibilità intanto del legno è in intima relazione con lo stato igrometrico del medesimo. I legni perfettamente disseccati ad un calore superiore ai 100° conducono assai male, e si possono annoverare tra i veri coibenti, specialmente se sono stati tagliati perpendicolarmente alle loro fibre. Per contro quando sono umidi hanno il potere di scaricare istantaneamente la macchina elettrica non solo, ma ancora possono essere attraversati da una corrente voltaica quando sono inzuppati di acqua.

Per mettersi dunque nelle condizioni migliori per fare l'esperienza, bisognerà fare seccare i legni per due, tre, ed anche quattro settimane in aria disseccata dal cloruro di calce. Ed in questo caso operando con la macchina si vedrà che questa non acquista tensione alcuna quando vi si tiene appoggiato contro con la mano un'asta di legno tagliata secondo le fibre, mentre che si carica a 20, 30° od anche al massimo dell'elettroscopio di Henly quando si adopera un legno tagliato perpendicolarmente alle sue fibre. Questa esperienza riesce perfettamente anche adoperando le croci di legno dette di sopra, in modo che la macchina si carica adoperando la croce come è indicato dalla fig. 4 e non si carica quando la si adopera come nella fig. 3. Il disseccamento del legno si può anche fare alla stufa avendo però l'accortezza di tenerlo per qualche giorno esposto all'aria nel caso che si sia disseccato molto da riuscire troppo coibente per l'esperienza qui sopra indicata. Per ripetere le altre ricerche dette in principio di questo paragrafo bisogna invece adoperare dei legni meglio disseccati.

Finalmente aggiungerò che i legni quando sono stati per qualche ora tenuti nella cera bollente se ne imbevono e diventano coibenti perfetti. Questa proprietà poi non la perdono anche quando sono tenuti in un'aria umida, perchè non ne assorbono la umidità; per cui forse non sarà difficile imbevendo i legni con cera e resina, o anche con cera soltanto, di poterli adoperare qualche volta come isolatori invece del vetro.

Quanto alla cagione di una così grande differenza nella conducibilità dei legni nelle due direzioni suddette, bisogna riferirsene alla non meno grande diversità di struttura nelle due direzioni medesime. Un legno può considerarsi come un fascio di fili più o meno conduttori e più o meno strettamente riuniti tra loro. L'elettricità, come il calore, troverà meno resistenza a trasmettersi lungo le fibre che altrimenti, perchè secondo quelle il legno è molto unito, molto compatto, ed invece perpendicolarmente ad esse è più rado, più discontinuo, più poroso e più intramezzato, se si vuole, anche da bolle d'aria che non possono che aumentare la coibenza. Già è nota la pessima conducibilità pel calorico dei corpi molto porosi e ripieni di bolle d'aria, come sarebbe il sughero, l'ovatta ec. ed il medesimo deve accadere per la elettricità, che si comporta in questo riguardo assolutamente come il calore.

La medesima differenza adunque deve trovarsi in tutti i corpi a struttura più o meno simile a quella del legno. Infatti a comprovare ciò con l'esperienza ho preso molte strisce di cartone, grosso circa $\frac{1}{2}$ millimetro, lunghe 12 a 13 centimetri, larghe 10 a 12 millimetri, e le ho sovrapposte in modo da formare un parallelepipedo così lungo che largo, ed ho osservato che tale parallelepipedo conduce meglio l'elettricità di strofinio secondo la lunghezza delle strisce di cartone che perpendicolarmente ad esse, precisamente come accade pei legni. Ed inoltre se i cartoni si legano tra loro con cordoni di seta assai strettamente, la differenza della conducibilità è minore di quando i cartoni sono tra loro legati più lenti. L'istessa esperienza si può fare adoperando la carta invece dei cartoni, e basterà in tal caso prendere uno o due piccoli libri non rilegati e tali, che facciano sovrapposti una grossezza di un migliaio di pagine, perchè si possa osservare che la elettricità della

macchina incontra più resistenza nel passare da foglio a foglio che nel percorrerli secondo la loro lunghezza.

Queste esperienze intanto perchè riescano debbonsi fare con cartoni o libri disseccati innanzi al cloruro di calce od alla stufa, altrimenti, come nel caso dei legni, sarebbero troppo conduttori perchè potessero lasciare scorgere differenza alcuna con l'esperienza della macchina elettrica. La differenza poi tra i cartoni ed i legni, dal nostro punto di vista, non consisterebbe in altro che il parallelepipedo di carta o di cartone da noi esaminato risulterebbe formato da alcune centinaia di strati e l'asta di legno da milioni di fibre, tutte più o meno tra loro disgiunte.

Aggiungerò da ultimo che la differenza di conducibilità elettrica del legno non può ripetersi (come in principio avevo sospettato) da una diversa facilità che le due aste avrebbero di disseccarsi od inumidirsi, avuto riguardo alla loro diversa struttura: in primo luogo perchè la differenza di conducibilità tra le due aste si osserva anche dopo essere state tenute più mesi in aria secca, in modo che entrambe avrebbero potuto disseccarsi egualmente. In secondo luogo, la suddetta interpretazione non potrebbe valere per la differenza di conducibilità elettrica che si osserva in un disco od in una tavola quadrata di legno, imperciocchè in questi casi non si saprebbe comprendere un essiccamento più pronto e maggiore in un senso che in un altro, e tale da influire più sulla conducibilità in una direzione e meno in un'altra. Ed in terzo luogo dirò da ultimo, che se a tale cagione fosse da attribuirsi il fenomeno, di cui si parla, esso dovrebbe verificarsi in senso inverso (cioè i legni tagliati nel senso delle fibre dovrebbero condurre meno bene che quelli tagliati perpendicolarmente alle fibre) tutte le volte che i legni dopo essere stati disseccati assorbono l'umidità nell'aria atmosferica. Imperciocchè se i legni tagliati per traverso posti in un ambiente secco hanno maggiore facilità degli altri a disseccarsi: per una cagione analoga dovranno avere maggiore facilità ad assorbire i vapori acquosi dell'atmosfera e divenire migliori conduttori quando sieno in un ambiente umido. Nulladimeno tale non è il caso: legni stati da me perfettamente disseccati e così resi affatto coibenti, tenuti poscia per qualche giorno all'aria libera acqui-

starono in conducibilità così da mostrare il solito fenomeno, da condurre cioè meglio nella direzione delle fibre che altrimenti.

Per tutte queste ragioni possiamo ritenere solo la prima spiegazione come veramente quella, che dà origine al fenomeno.

IV. *Conducibilità del legno per la corrente elettrica.*

Quando il legno è inzuppato d'acqua, allora diviene, come dicemmo, tanto conduttore da poter essere attraversato da una corrente voltaica. Però anche in questo caso esso è più conduttore nel senso delle fibre che in un senso ad esse perpendicolare. A provar ciò introdussi nel circuito di una pila di 4 o 6 elementi Bunsen, od anche più, contenente un galvanometro, una medesima lunghezza di una tavola di legno bene inzuppata d'acqua, ed in maniera che una volta la corrente percorreva la tavola nel senso delle fibre, ed un'altra volta in una direzione perpendicolare alle stesse, ed osservai che nei due casi le deviazioni galvanometriche erano assai diverse tra loro, sebbene sperimentassi sempre in condizioni analoghe. Per mettere la tavola nel circuito conficcavo i reofori della pila in due fori già d'avanti praticati nella tavola stessa. Qui appresso sono indicati i risultati ottenuti con diverse tavole di legno di varia grossezza e larghezza.

1.° *Tavola di pioppo grossa 6^{mm}.*

I reofori a 168 ^{mm} di distanza sono fissati sulla tavola nella direzione	deviazioni galvanometriche	
	<i>impulsive</i>	<i>definitive</i>
delle fibre	oltre i 90°	48°
perpendicolare alle fibre	65	34
delle fibre	oltre i 90	48
perpendicolare alle fibre	70	36

2.° *Tavola di abete grossa 20^{mm}.*

I reofori a 164 ^{mm} di distanza sono fissati sulla tavola nella direzione	deviazioni galvanometriche	
	<i>impulsive</i>	<i>definitive</i>
delle fibre	80	40
perpendicolare alle fibre	43	21
delle fibre	81	40
perpendicolare alle fibre	46	21

3.^o Tavola di noce grossa 15^{mm}.

i reofori a 83 ^{mm} di distanza sono fissati sulla tavola nella direzione	deviazioni galvanometriche	
	<i>impulsive</i>	<i>definitive</i>
delle fibre	25°	13°
perpendicolare alle fibre	8	3
delle fibre	24	12
perpendicolare alle fibre	10	3
delle fibre	24	12
perpendicolare alle fibre	8	3

I risultati precedenti mostrano evidentemente come la corrente incontri nel passare pel legno minore resistenza a percorrerlo nella direzione delle fibre che in altra direzione. La cagione di questa diversità tiene analogamente a quello che si disse per la conducibilità dell'elettricità di strofinio, all'essere il legno in quella direzione più serrato e più compatto che nell'altra. Ed avvertirò ancora come in queste esperienze la lunghezza del legno interposto pare abbia poca influenza sulla sua resistenza, essendo essa sempre grandissima e quasi infinita relativamente a quella del rimanente del circuito.

Non voglio da ultimo mancare di notare la curiosa proprietà che hanno i legni di scaricare lentamente i corpi carichi di elettricità. Laonde quando si avvicina alla macchina elettrica un'asta di legno in comunicazione col suolo, si osserverà scattare tra il legno ed il conduttore della macchina una serie di scintilline, che a guisa di tanti fili luminosi, accompagnati da un crepitio particolare, scaricano la macchina di gran parte od anche di tutta la sua tensione, quasi come farebbero delle punte. Un simile potere del legno di rallentare la scarica si scorge anche quando si tratta di molta elettricità accumulata in vasti coibenti armati; per cui grossissime cariche dopo avere attraversata un'asta di legno possono contemporaneamente attraversare il nostro corpo senza ingenerarvi la più piccola commozione. Io infatti sperimentavo con una batteria di 9 grandi bottiglie di Leida caricate al massimo con circa 100 giri di una poderosa macchina elettrica, e quindi scaricavo quella con le

mie braccia senza provare la scossa, quando introducevo, bene inteso, nel circuito un pezzo di legno buon conduttore della elettricità. Il legno poteva esser tagliato secondo una direzione qualunque, e la scarica è più completa quando si adopera un legno non molto disseccato, perchè più conduttore. Così adunque operando, la scarica non è istantanea, scariche parziali incominciano a verificarsi appena il legno è a due o tre centimetri da una delle armature della batteria, e continuano accompagnate da una luce violetta e da un fremito speciale, fino a che non si è verificata la chiusura del circuito e la scarica totale della batteria. Questa scarica può durare anche più di un secondo. Riguardo alla lunghezza della asta di legno da adoperare posso dire che sperimentando con un quadrello di faggio non disseccato tagliato nel senso delle fibre, ed introducendone nel circuito una lunghezza di solo 6 o 7 cn. l'esperienza riusciva perfettamente. Invece se adoperavo aste ancora più corte cominciavo a provare nelle ultime articolazioni delle dita una scossa appena sensibile. In questo caso però non potetti ancora accorciare l'asta di legno, perchè ero tanto vicino con le dita alla armatura della batteria, che ne temetti una scarica diretta. Questa esperienza non può farsi con legni inzuppati di acqua perchè allora la scarica è istantanea come, quando si sperimenta con un tubo di vetro ripieno di acqua, e si prova la scossa anche con la sola scintilla della macchina.

Questo fenomeno poi non può somigliarsi a quello delle punte perchè si verifica quando s'adoperano legni ad estremità perfettamente rotonde e pulimentate, ed anche quando le aste di legno adoperate si fanno terminare con palline di ottone brunito. Esso fenomeno, analogamente ad altri consimili, è dovuto invece alla grande resistenza opposta dal legno al passaggio della elettricità, per cui la scarica vien rallentata in modo da durare un tempo apprezzabilissimo e qualche volta più di un secondo. Ed è appunto per questo che la elettricità della bottiglia, dopo avere attraversata una asta di legno può deviare l'ago d'un galvanometro qualora viene a passare pel suo filo, e le deviazioni sono in un certo rapporto con la intensità della scarica. Qui appresso sono indicati i risultati di una esperienza fatta con un galvanometro a filo corto, e propriamente con quello del termo-

moltiplicatore del Melloni (1) e con una batteria di nove grandi bottiglie caricate a diversi gradi dell' elettroscopio di Henly.

scarica della batteria carica a	deviazione del galvanometro
10°	3°
20°	6°
30°	8°
40°	10°
50°	15°

Relativamente allo effetto prodotto dalle diverse dimensioni dei legni in tali esperimenti si può dire in termini generalissimi che i legni più lunghi e sottili oppongono maggiori resistenze ed indeboliscono di più l' effetto della scarica sul galvanometro.

Conclusione. Riassumendo adunque diremo

1.° Che i legni come tutti i corpi hanno un coefficiente di dilatazione calorifico che cresce col crescere delle temperature;

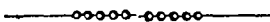
2.° Che i legni hanno un coefficiente di dilatazione calorifico minimo nel senso delle fibre, ed uno massimo nel senso perpendicolare alle fibre, fino ad arrivare nel bossolo ad un rapporto di 1: 25;

3.° Che i legni hanno un coefficiente di dilatazione per inzuppamento dell' acqua minimo nel senso delle fibre e massimo nel senso perpendicolare alle fibre;

4.° Che i legni conducono la elettricità di strofinio e la elettricità voltaica molto meglio nel senso delle fibre che in un senso perpendicolare alle stesse, fino ad arrivare ad un rapporto di 1 : 46,5 nel pino (tenendo conto dei numeri dati nella tavola a p. 419);

5.° Che i legni hanno il potere di rallentare straordinariamente le scariche elettriche, per cui grosse batterie scaricate attraverso il legno non danno fenomeni fisiologici, ma fanno deviare il galvanometro in una certa proporzione con la intensità della scarica.

Firenze 1. Aprile 1867.



(1) Sono stato costretto di sperimentare con un tale galvanometro non avendone altri a mia disposizione.