

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

Ad ogni modo, tanto le osservazioni di Chamonix come queste ultime di Zermatt, concorrono a mostrare come tale azione dei ghiacciai sia piccola già a qualche km. di distanza dalle loro fronti.

4. Non è perciò da aspettarsi che i gradienti termometrici verticali calcolati in base ad un'alta stazione di vetta e ad un'altra prossima a ghiacciai sian per risultare anomali per difetto. I calcoli fondati sui risultati dell'osservazione confermano questo modo di vedere.

Il gradiente calcolato da Hann (*Met. Zeitschr.*; 1907) sulle osservazioni di Vallot all'osservatorio delle Bosses e a Chamonix non presenta nulla di anormale. Esso ammonta in media (bene inteso per la stagione a cui le osservazioni si riferiscono, e cioè per l'estate) a  $0^{\circ},62$  per Em., mentre in Svizzera è, in media, per giugno di  $0^{\circ},66$ , per luglio di  $0^{\circ},58$ , per agosto di  $0^{\circ},60$ , per l'estate  $0^{\circ},61$ . Il più alto valore orario del gradiente Bosses-Chamonix si ha a  $14^h$  ed è di  $0^{\circ},73$ , mentre in Svizzera è sempre, nei mesi estivi ed a  $13^h$ , di  $0^{\circ},76$ .

Similmente i dati forniti da Alessandri ed Eredia (*Atti della R. Accademia dei Lincei*; 1909) per le estati 1907 e 1908 alla Capanna Margherita sul Roma, e quelli sincroni per Zermatt che si possono avere dagli Annali dell'Ufficio meteorologico svizzero permettono un calcolo analogo del gradiente Capanna-Zermatt.

Per agosto si hanno i seguenti dati medi:

Ore	7	gradiente di	$0^{\circ},64$
"	13	"	" $0^{\circ},82$
"	21	"	" $0^{\circ},65$

Ora il gradiente  $0^{\circ},82$  è precisamente il più alto di quelli calcolati da de Quervain per la Svizzera, e gli risultò appunto per il mese di agosto, e s'intende per le ore 13, nell'intervallo Rigi-Lucerna.

**Fisica.** — *Sulla birifrangenza della sostanza corticale dei peli animali.* Nota II di A. POCHETTINO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

1. La doppia rifrazione accidentale nelle sostanze che presentano nel comportamento elastico deviazioni notevoli dalla legge di Hooke, ha formato oggetto di parecchie ricerche sperimentali <sup>(1)</sup>; presenta un certo interesse l'esame di questo fenomeno nelle sostanze a struttura nettamente cellulare che, come la sostanza corticale dei peli animali, oltre ad un comportamento elastico anomalo, presentano già allo stato naturale una forte birifrangenza. Nella presente Nota espongo i risultati di alcune osservazioni sulla birifran-

<sup>(1)</sup> Bjerkén, Wied. Ann., 43, pag. 808, 1891; Leick, Ann. der Phys., 14, pag. 139, 1904; Rossi P., Rend. R. Accad. Napoli, nn. 5, 6, 7, 8, 9. 1910.

genza accidentale nella sostanza corticale dei capelli umani (non sottoposti ad alcun trattamento) studiata in rapporto al comportamento elastico.

Il dispositivo usato in queste esperienze è semplice: sul tavolino del microscopio a polarizzazione (munito del compensatore di Babinet) è fissato un piano metallico AB (cm.  $4,5 \times 11$ ) il quale porta da un lato un sostegno S su cui viene fissata con ceralacca un'estremità del capello; questo poggia poi sulla gola di una carrucola c e porta all'estremità libera un uncino cui si possono attaccare i pesi tensori P. Poichè coll'allungamento per effetto della tensione vengono a trovarsi di fronte all'obbiettivo del microscopio successivamente punti diversi del capello, si scelsero per l'esame sempre campioni in cui le variazioni della birifrangenza naturale da sezione e sezione, non fossero molto marcate e di essi si studiò la parte mediana dove le variazioni stesse sono in generale meno sensibili. Data la necessità in queste esperienze di operare su capelli integri e con ingrandimenti non molto forti,

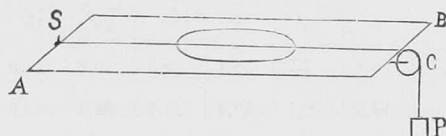


FIG. 1.

non ho potuto studiare separatamente il comportamento della cuticola, della sostanza corticale e del midollo: siccome però l'aspetto delle frange del compensatore è molto simile a quello rappresentato dalla figura della Nota precedente, essendo solo molto maggiore lo spostamento loro in corrispondenza alla sostanza corticale, si può ammettere che la birifrangenza accidentale acquistata dal midollo e dalla cuticola sia trascurabile di fronte a quella assunta dalla sostanza corticale nelle stesse condizioni.

2. Se si sottopone un capello ad una tensione longitudinale, la sua birifrangenza presenta un notevole aumento, quindi: *la birifrangenza accidentale, dovuta ad una tensione longitudinale, è, come quella naturale, positiva*. Questa birifrangenza accidentale varia da campione a campione, cresce però sempre coll'aumentare del peso tensore fino alla rottura:

Peso tensore	$A_a$
70 gramm.	18,2 — 16,7 — 19,7 — 15,1 — 16,9
80 "	22,6 — 22,5 — 21,9
120 "	32,6 — 30,2 — 30,8

$A_a$  sta d'ora in avanti a indicare la birifrangenza accidentale (dedotta sottraendo da quella osservata nelle esperienze di tensione quella naturale presentata prima della tensione) espressa in lunghezze d'onda della luce del sodio e riferita allo spessore di 1 mm.

3. Applicando ad un capello una tensione determinata, oppure togliendo il carico tensore ad un capello teso, tanto  $\Delta_a$  quanto l'allungamento subito  $l$  non raggiungono immediatamente il loro valore definitivo corrispondente al nuovo stato di cose, e l'intervallo di tempo necessario a raggiungere questo valore definitivo, è diverso da campione a campione: però si nota sempre che  $\Delta_a$  raggiunge il valore finale prima che non  $l$ . Riporto qui due esempi, il primo, riferentesi ad un campione pel quale il raggiungimento del valore definitivo si compie molto lentamente, e l'altro ad un campione a raggiungimento sollecito, ambedue in condizioni iniziali sensibilmente eguali. In ambedue gli esempi  $t$  indica il tempo, contato: nella prima serie a partire dal momento in cui si applica il peso tensore, nella seconda, dal momento in cui si toglie;  $l$  l'allungamento in mm.

I. *Lunghezza iniziale mm. 176,4*

*Peso tensore 50 grammi*

	$t = 1'$	3'	5'	8'	10'	20'	40'	60'
(1)	$\Delta_a = 3,7$	6,4	7,7	8,7	9,3	10,6	11,3	11,3
	$l = 8,8$	13,6	16,1	19,4	21,4	28,0	33,6	34,0

*Diametro iniziale  $\mu$  88,4*

*$\Delta$  ordinaria 10,78*

	$t = 2'$	3'	5'	10'	20'	40'	60'
(2)	$\Delta_a = 3,1$	2,8	2,5	2,0	1,4	0,5	0,1
	$l = 20,0$	17,2	15,1	12,8	10,5	8,4	8,0

II. *Lunghezza iniziale mm. 174,2*

*Diametro iniziale  $\mu$  88,3*

*Peso tensore 50 grammi*

*$\Delta$  ordinaria 10,85*

	$t = 2'$	3'	4'	5'	15'	30'	50'	2'	3'	30'
(1)	$\Delta_a = 3,3$	4,2	4,4	4,4	4,5	4,4	4,4	(2) 1,6	0,3	0
	$l = 24,9$	28,8	31,3	32,0	37,1	37,1	37,4	19,3	19,0	15,8

*Nota.* Calcolando il modulo di trazione  $E$  di un capello in corrispondenza a tensioni crescenti si trova che  $E$  varia enormemente al variare del carico tensore, diminuendo al crescere di quest'ultimo. Segue un esempio dei risultati ottenuti:  $P$  indica il carico tensore in grammi,  $E_1$  il modulo per un capello mai cimentato in precedenza,  $E_2$  il modulo stesso per un capello antecedentemente sottoposto ad una tensione superiore ai 70 grammi, lasciato quindi in riposo di 24 ore e poi studiato:

$P$	= 10	. 20	. 30	. 40	. 50	. 60	. 70	. 80	. 90	. 100
$E_1$	= 271	244	250	183	101	78	46	46	40	44
$E_2$	= 272	247	104	86	85	81	98	86	91	93

Al crescere della tensione,  $E$  diminuisce notevolmente, ma da una certa tensione in poi rimane pressochè costante fino alla rottura del capello; però nei campioni che già



Da questi esempi si noterà il fatto, verificantesi sempre, che i campioni i quali, per un dato carico tensore, assumono una birifrangenza accidentale maggiore, non sono quelli che si allungano maggiormente bensì quelli che raggiungono lo stato definitivo più lentamente. In generale dopo 30' dall'applicazione di un dato carico tensore si può ritenere che tanto  $\Delta_a$  quanto  $l$  hanno raggiunto il loro valore definitivo corrispondente; dopo un'ora dalla cessazione della tensione si può dire che la birifrangenza accidentale è scomparsa, ma per l'allungamento  $l$  le cose vanno diversamente a seconda che il capello è nuovo o venne già precedentemente sottoposto ad una tensione superiore ai 70 grammi e poi lasciato in riposo: nel primo caso, finchè non si superi una tensione, variabile da campione a campione di 50-70 grammi, l'allungamento, cessata la tensione, si riduce sensibilmente a zero in circa quattro ore, mentre, oltrepassato quel limite, una parte dell'allungamento permane definitivamente; nel secondo caso l'allungamento sebbene lentissimamente (in parecchi giorni) scompare del tutto.

4. La birifrangenza accidentale in un capello al quale si faccia subire bruscamente un allungamento dato, non raggiunge subito il suo valore definitivo; anzi il suo andamento col tempo, contato questo dall'istante in cui si effettua l'allungamento, presenta una particolarità interessante. Per sperimentare si procedeva così: disposto il capello sul tavolino a tensione, lo si caricava con un peso tensore capace di dare al capello un allungamento molto maggiore di quello cui si voleva sottoporlo e si impediva la discesa del peso, oltre il limite fissato, con un sostegno posto a distanza atta a dare al capello un allungamento determinato e pressochè istantaneo. Ecco un esempio dei risultati che si ottengono operando in tal modo:

*Lunghezza iniziale mm. 182,4. Allungamento mm. 52,4.  $\Delta$  ordinaria 10,4.*

$t = 8''$	.	$15''$	.	$45''$	.	$1'$	.	$2'$	.	$3'$	.	$8'$	.	$15'$	.	$40'$
$\Delta_a = 8,5$		$8,3$		$8,0$		$7,7$		$7,7$		$7,6$		$7,3$		$7,2$		$7,2$

Nei primi secondi quindi dunque la birifrangenza accidentale presenta un valore nettamente superiore al definitivo che raggiunge in media dopo 15' circa dall'istante in cui si effettua l'allungamento; questo fatto si è manifestato distintamente in tutte le misure compiute.

---

subirano uno stiramento, la costanza di  $E$  comincia a verificarsi a partire da una tensione minore che non in quelli mai cimentati precedentemente.

Il coefficiente  $\sigma$  di Poisson varia molto da campione a campione e presenta un valore medio maggiore nei campioni nuovi che non in quelli già cimentati precedentemente a tensioni superiori ai 70 grammi: in questi ultimi  $\sigma$  varia da 0,14 a 0,37 con una media di 0,28, per i campioni nuovi  $\sigma$  varia da 0,20 a 0,50 con una media di 0,39.

Il carico di rottura varia da 10 a 18 chilogrammi per 1 mm<sup>2</sup> della sezione primitiva.

5. Vediamo ora come si comporti la birifrangenza acquistata dai capelli per tensione, al crescere della tensione stessa. Considereremo perciò i due rapporti  $\frac{\Delta_a}{l/L}$  e  $\frac{\Delta_a}{P/s}$  dove L è la lunghezza iniziale del campione studiato,  $l$  l'allungamento subito da questo per effetto della tensione P (in grammi) ed  $s$  la sezione del campione (in mm<sup>2</sup>). Nelle esperienze corrispondenti alla tabella seguente, fra determinazione e determinazione si lasciò un intervallo di tempo di 30' senza scaricare mai il capello; la serie I si riferisce a capelli mai stati tesi precedentemente, la serie II a capelli precedentemente sottoposti a tensioni superiori a 70 grammi e poi lasciati in riposo per alcuni giorni:

	P	=	10	.	20	.	30	.	40	.	50	.	60	.	70	.	80	.	90	.	100
I	{	$\frac{\Delta_a}{l/L}$	=	71	73	71	45	30	31	31	29	32	29								
$\frac{\Delta_a}{P/s}$		=	389	391	381	393	527	829	855	1157	1162	1178									
II	{	$\frac{\Delta_a}{l/L}$	=	57	56	51	52	58	54	52	57	58	55								
$\frac{\Delta_a}{P/s}$		=	388	387	403	554	731	721	766	744	772	748									

Dall'esame di questa tabella rileviamo che, mentre il rapporto  $\frac{\Delta_a}{l/L}$  si mantiene pressochè costante per i capelli precedentemente sottoposti a tensioni, subisce, per quelli nuovi, una notevole diminuzione per una tensione fra i 30 e i 50 grammi per poi rimanere costante fino alla rottura del capello. Il rapporto  $\frac{\Delta_a}{P/s}$  si mantiene costante fino ad una tensione di 40 gr. per i capelli nuovi e di 20 grammi per quelli già sottoposti a tensione e poi cresce in ambedue i casi col crescere della tensione, più rapidamente però in quelli nuovi.

6. Se si cimentano i capelli a tensioni dapprima crescenti e poi successivamente decrescenti, il rapporto  $\frac{\Delta_a}{e/L}$  presenta nella seconda metà del ciclo, valori inferiori a quelli assunti nella prima metà qualunque siano i campioni studiati; ciò può vedersi dai due esempî che qui riporto fra le varie serie eseguite:

P	=	10		20		30		40		50		50		40		30		20		10		0				
$\frac{\Delta_a}{l/L}$	=	59		59		55		55		50		54		53		45		38		37		23		18		campioni stirati
" "	=	79		77		79		53		47		45		41		41		39		39		32		27		" nuovi

Questo sta a significare che nella seconda metà del ciclo,  $\Delta_a$  segue le variazioni del peso tensore più rapidamente che non  $l$ .

A chiarire meglio l'andamento di  $\Delta_a$  e di  $l$  in un ciclo completo di tensioni, riporto qui un esempio di un ciclo intero per un campione mai cimentato, avvertendo che fra misura e misura si lasciò sempre un intervallo di 30' senza scaricare mai il capello:

P =	10	20	30	40	50	60	50	40	30	20	10	0
$\Delta_a =$	0,2	0,6	1,2	2,6	5,7	8,8	8,3	7,5	6,2	4,6	3,0	1,3
$l =$	0,8	2,3	6,1	13,3	23,2	32,5	31,6	30,1	28,6	26,2	22,1	14,4

La figura qui annessa consente un esame più rapido dell'andamento di  $\Delta_a$  e di  $l$ : sulle ascisse sono riportati i valori del peso tensore (1 div. = 10 gr.), sulle ordinate sono riportati i valori di  $\Delta_a$  (1 div. = 1.  $\lambda_n$ ) e gli allungamenti  $l$  (1 div. = 8 mm.) la curva intiera si riferisce a  $\Delta_a$ , quella tratteggiata a  $l$ ; si scorge così subito che nella 2<sup>a</sup> metà del ciclo  $\Delta_a$  diminuisce più rapidamente di  $l$ .

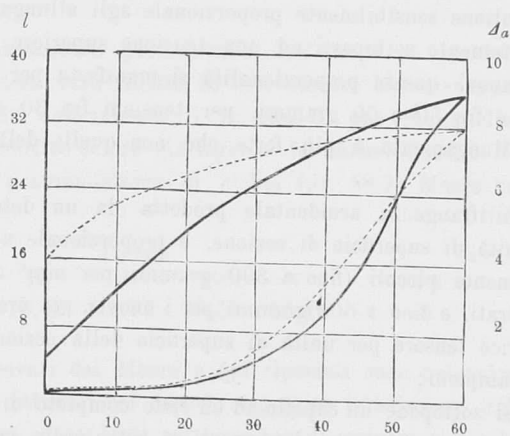


FIG. 2.

Concludendo:

1) la birifrangenza accidentale che nei capelli umani, causa una tensione longitudinale, si sovrappone a quella naturale, è, come questa, positiva e può raggiungere, se riferita allo spessore di un millimetro di sostanza attraversata dalla luce, il valore di 30  $\lambda_n$  e più;

2) se si sottopone un capello ad una determinata tensione, il rapporto fra la birifrangenza acquistata e l'allungamento subito, si mantiene costante per circa 10' dall'applicazione della tensione, poi diminuisce, e infine, al di là dei 40', rimane costante: nei primi istanti dunque  $\Delta_a$  ed  $l$  crescono proporzionalmente fra di loro, poi l'accrescimento di  $l$  si fa più forte di quello

$A_a$  finchè  $A_a$  ed  $l$  rimangono costanti ambedue. Togliendo la tensione, il rapporto suddetto cresce fino a 5' dall'istante della soppressione della tensione, poi diminuisce rapidamente: nei primi istanti dunque  $A_a$  diminuisce più lentamente di  $l$ , poi molto più rapidamente;

3) se si produce bruscamente in un capello un allungamento determinato, la birifrangenza accidentale assume, nei primi secondi, un valore maggiore del definitivo che raggiunge poi in capo a circa 15'. Questo fenomeno potrebbe esser dovuto alla struttura della sostanza corticale del capello e spiegarsi ammettendo che parte almeno della birifrangenza accidentale prodotta da una tensione longitudinale, sia dovuta ad un accostamento delle lamelle cheratinizzate o delle fibrille che uniscono il protoplasma dei vari elementi costituenti la sostanza corticale e ne fanno parte integrante<sup>(1)</sup>: le lamelle o le fibrille per effetto della tensione brusca dapprima si accostano notevolmente, poi, come per una specie di rilasciamento, la loro distanza mutua cresce leggermente e quindi la birifrangenza accidentale diminuisce;

4) sottoponendo un capello a tensioni crescenti, la birifrangenza accidentale si mantiene sensibilmente proporzionale agli allungamenti nei campioni precedentemente sottoposti ad una tensione superiore ai 70 grammi; nei campioni nuovi questa proporzionalità si manifesta per tensioni fra 10 e 30 grammi e fra 50 e 60 grammi, per tensioni fra 30 e 50 grammi il crescere dell'allungamento è più forte che non quello della birifrangenza accidentale;

5) la birifrangenza accidentale prodotta da un determinato carico tensore per unità di superficie di sezione, è proporzionale a questo per carichi relativamente piccoli (fino a 300 grammi per mm<sup>2</sup> di sezione per i capelli già stirati, e fino a 600 grammi per i nuovi), poi cresce più rapidamente del carico tensore per unità di superficie della sezione per ambedue le specie di campioni;

6) se si sottopone un capello ad un ciclo completo di tensioni, prima successivamente crescenti e poi decrescenti si nota, nella seconda metà del ciclo, che la birifrangenza accidentale segue le variazioni del carico più rapidamente che non l'allungamento e non si riduce a zero coll'annullarsi del carico, se non dopo un certo tempo, in generale non superiore a tre ore. Una buona parte dell'allungamento nei capelli nuovi permane invece definitivamente; in quelli già stirati scompare solo dopo almeno dodici ore. Questa birifrangenza accidentale residua, di comportamento affatto diverso dall'allungamento, potrebbe esser dovuta ad uno spostamento delle lamelle o delle fibrille già ricordate: sotto l'azione del carico tensore le lamelle e le fibrille si accostano fra di loro, diminuendo così lo spessore degli straterelli d'aria interposti, e non riacquistano la loro posizione primitiva se non dopo un certo tempo dall'annullamento del carico tensore e ciò indipendentemente dall'allungamento subito dal campione.

(1) Vedi Nota precedente.