

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCX.

1913

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXII.

1° SEMESTRE.



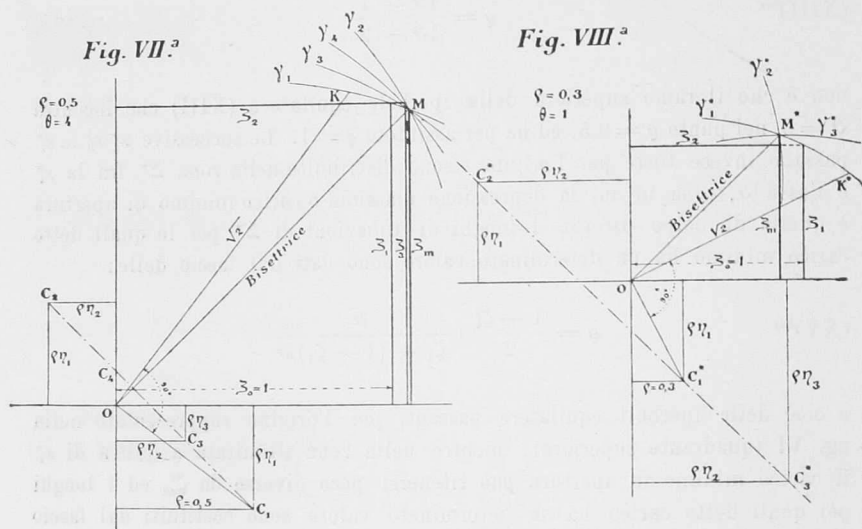
ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1913

B) per l'apertura (fig. VIII) i centri  $C_1^* C_2^* \dots C_i^*$  dei piccoli  $\gamma_1^* \gamma_2^* \dots \gamma_i^*$  sono situati su una retta a  $45^\circ$  cogli assi e passante al disotto dell'origine, mentre i cerchi stessi passano tutti per un punto  $M^*$  della bisettrice degli assi di cui le coordinate danno il valore limite  $\zeta_m$  di apertura.



È ovvio come il sistematico esame delle diverse configurazioni che prendono le fig. VII ed VIII per diversi valori di  $\varrho$  e  $\mathcal{S}$  conduca ad una elementare, e semplice teoria grafica del colpo d'ariete per quanto concerne i carichi di ritmo intero.

**Fisica.** — *Calorimetro ad anetolo.* Nota del dott. UGO GRASSI, presentata dal Socio A. RÒTTI.

In una Nota precedente <sup>(1)</sup> avevo accennato come costruendo il corpo del calorimetro di Bunsen a doppia parete e facendo il vuoto nella intercapedine si poteva pensare di riempire il corpo calorimetrico stesso con sostanze diverse dall'acqua e dal ghiaccio.

Il vantaggio che così si ottiene è senz'altro evidente quando si pensi che liberandosi dall'obbligo di fare le osservazioni calorimetriche a zero gradi (che è naturalmente imposto dall'impiego del calorimetro a ghiaccio) si potrebbe osservare la variabilità del calore di reazione con la temperatura.

<sup>(1)</sup> Vol. XXII serie 5<sup>a</sup>, 1<sup>o</sup> sem., fasc. 5<sup>o</sup>, pag. 304.

Per quanto riguarda il calorimetro a ghiaccio devo dire subito che ho riscontrato come il Precht aveva già impiegato prima di me l'artificio che io avevo proposto, e ciò nella occasione di alcune ricerche sopra l'energia irraggiata dal radio pubblicata nella Nota *Strahlungsenergie von Radium* inserita negli *Annalen der Physik*, 1905; questa circostanza mi era sfuggita in causa del titolo della Nota e devo la indicazione di essa alla cortesia di un collega.

Premesso questo per stabilire la giusta priorità del Precht, credo opportuno di rendere noto come impiegando l'acetolo anzichè l'acqua per riempire il corpo calorimetrico, io abbia ottenuto degli eccellenti risultati; questa sostanza fonde a  $21^{\circ},55$ ; il riempimento con essa del calorimetro non presenta difficoltà speciali; il suo disareamento si ottiene riducendo la pressione e riscaldando il tubo di reazione con una spirulina di nichel percorso dalla corrente.

Il calorimetro fu immerso in un termostato riscaldato elettricamente e regolato mediante un termoregolatore a toluolo di grande sensibilità; era provveduto per una energica agitazione del termostato cosicchè la regolazione della temperatura si raggiungeva con oscillazioni inferiori al centesimo di grado.

L'esatto aggiustamento della temperatura del termostato si effettuava alla maniera seguente: si aggiustava dapprima per una temperatura prossima a quella di fusione dell'acetolo e si osservava l'andamento della colonna di mercurio nel capillare; se questa si ritirava indicando un processo di solidificazione, allora si aggiustava il termostato per una temperatura superiore di qualche decimo; si lasciava in riposo per più di un'ora dopo di che si osservava nuovamente l'andamento della colonna di mercurio nel capillare; era facile allora trovare per interpolazione la temperatura esatta alla quale il menisco rimane fermo nel capillare; temperatura che è anche quella di congelamento dell'acetolo che riempie il corpo calorimetrico.

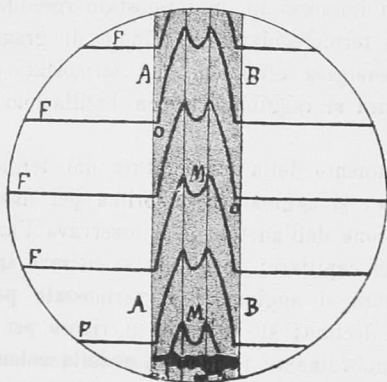
Il calorimetro ad acetolo è molto sensibile: una piccola caloria corrisponde a 0,0345 grammi di mercurio mentre nel caso del ghiaccio essa corrisponde solo a 0,0154 grammi.

Una determinazione di equivalente in acqua di un blocchetto di rame elettrolitico di 40,8 grammi ha dato tra  $0^{\circ}$  e  $21^{\circ},55$ , 3,78 gr. e tra  $21^{\circ},55$  e  $34^{\circ},9$  (vapori di etere) 3,81 gr.; siccome il calore specifico del rame va leggermente aumentando con la temperatura il risultato ottenuto mostra come accontentandosi di fare determinazioni non troppo rapide (le precedenti durarono più di un'ora e mezzo) il calorimetro ad acetolo può adoperarsi tanto per reazioni esotermiche come per quelle endotermiche.

Non ho poi riscontrato durante questo tempo per cui ho adoperato il calorimetro ad acetolo dei disturbi dipendenti dalla trasformazione che esso subisce per effetto della luce; il passaggio a fotoacetolo avviene infatti in maniera assai lenta e sotto l'azione diretta dei saggi solari; ed in un mese circa non è stata da me sensibilmente avvertita.

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

1. È noto da tempo che i peli animali presentano fenomeni di birifrangenza <sup>(1)</sup>, ma non conosco alcuna ricerca quantitativa, nè una spiegazione plausibile di questa birifrangenza. Nella presente Nota riferisco alcune osservazioni in argomento, compiute con un microscopio Leitz, modello MI, munito di compensatore di Babinet (ogni divisione del tamburo corrisponde



a una differenza di cammino di  $1/950$  di  $\lambda = 0,005893$ ); gli ingrandimenti usati furono, secondo i casi, di 16, 60, 200 volte. Osservato al microscopio a polarizzazione, il pelo animale si comporta come una sostanza uniasse *positiva* coll'asse ottico parallelo all'asse longitudinale del pelo stesso; però nel pelo propriamente detto la birifrangenza si ha solo nella sostanza corticale; nè cuticola, nè midollo presentano birifrangenza di sorta.

2. Se si esamina, per es., un capello umano, trattato con un liquido chiarificante (glicerina ecc.), al microscopio munito di nicol polarizzatore e di compensatore di Babinet, si osserva che in corrispondenza allo strato corticale lo spostamento delle frange va crescendo da zero ad un massimo corrispondente all'orlo del midollo, e poi diminuisce in corrispondenza di quest'ultimo. L'aspetto del campo del microscopio è reso abbastanza bene dalla figura schematica qui annessa, calcolata ammettendo che la birifrangenza sia pro-

<sup>(1)</sup> Vedi Ebner V., *Unters. über die Urs. d. Anis. org. Substanzen.* W. Engelmann, Leipzig, 1882. — Panebianco R., *Studio ottico-cristallografico della cheratina.* Padova, 1896.



porzionale allo spessore di sostanza corticale attraversata dalla luce; in essa, *F* rappresentano le frange date dal compensatore, *AB* l'immagine del capello, *O* ed *M* le regioni corrispondenti alla cuticola e al midollo.

3. La birifrangenza specifica (riferita allo spessore di 1 mm.) della sostanza corticale non è una costante: è diversa da pelo a pelo; per uno stesso pelo varia da punto a punto, e per uno stesso punto varia col variare della temperatura e dello stato igrometrico. Se però si osservano molti campioni cercando di fare le misure in posizioni corrispondenti (per es. verso la metà della lunghezza del pelo) e nelle stesse condizioni di temperatura e di umidità, si constata che minore è il diametro del pelo e più grande è la birifrangenza specifica. Ecco una tabella riassuntiva il risultato di tutte le osservazioni (circa 800) fatte su capelli umani non sottoposti a trattamento di sorta, alla temperatura di 15° e con una umidità relativa di circa 60 %. La birifrangenza specifica *A* è espressa in lunghezze d'onde ( $\lambda_0 = 1$ ):

Diametro in $\mu$	45-55	55-65	65-75	75-85	85-95	95-105	105-115	115-125
<i>A</i>	18,66	16,04	14,23	13,34	11,62	10,03	9,12	8,84

4. La birifrangenza *A* non è costante per tutta la lunghezza del pelo; essa ha un massimo verso la metà. Ecco alcuni esempi:

PELO LUNGO MM. 7,5

Distanza da base: mm.	0,5	2	4	5	6	7
Diametro in $\mu$ . . .	45,9	44,3	42,1	38,6	39	37,8
<i>A</i> . . . . .	18,16	20,24	22,67	19,64	16,19	15,73

PELO LUNGO MM. 9.

Distanza da base: mm.	0,5	2	3	5	7	8,5
Diametro in $\mu$ . . .	67	66,7	66,2	62,4	60,1	60,1
<i>A</i> . . . . .	14,92	16,58	18,02	18,06	17,59	17,55

CAPELLO LUNGO CM. 18.

Distanza da punta: cm.	0,2	5	9	13	17	17,8
Diametro in $\mu$ . . .	13,6	45,9	49,3	68	69,7	71,4
<i>A</i> . . . . .	14,86	17,08	18,31	12,26	12,03	11,92

CAPELLO LUNGO CM. 30.

Distanza da punta: cm.	1	6	12	18	24	29,5
Diametro in $\mu$ . . .	83,7	82,6	70,2	81,0	75,6	91,8
<i>A</i> . . . . .	12,65	13,00	16,26	14,57	14,93	11,39

5. Aumentando la temperatura, il diametro del pelo diminuisce; in corrispondenza  $\mathcal{A}$  aumenta. Riporto qui alcune osservazioni su capelli umani <sup>(1)</sup>:

	I		II				III			IV		
Temperatura . . .	13°	38°	13°,5	25°	30°	35°	15°	27°	36°	12°	35°	41°
Diametro in $\mu$ . .	96	82,9	40	37,6	37	36	65	60,8	57,9	68	59,9	57,7
$\mathcal{A}$ . . . . .	11,09	12,91	22,27	24,83	28,66	30,88	16,25	18,24	22,54	16,59	20,12	21,89

6. Coll'imbibizione in liquidi diversi, non agenti chimicamente sulla cheratina, la birifrangenza del pelo varia, ma varia insieme anche il diametro di esso pelo, di modo che non fu possibile trovare una corrispondenza fra l'indice di rifrazione del liquido imbevente e la variazione osservata nella  $\mathcal{A}$ . Vennero usati liquidi di diverso indice: acqua, alcool etilico, etere, acido acetico, formolo, glicerina, xilolo, olio di garofano e di cedro, bromuro di naftalina e joduro di metilene, poi soluzioni di permanganato potassico, cloruro ferrico, acido cromico, sublimato corrosivo, acido tannico ecc. L'azione di questi liquidi sia sul diametro del pelo, sia sulla sua birifrangenza specifica  $\mathcal{A}$  è assai diversa e dipende variamente, secondo il liquido, dalla durata dell'imbibizione; si osservò però sempre che, *in qualunque caso, ad una diminuzione del diametro del pelo corrisponde un aumento della birifrangenza specifica* e che tanto più marcata è la diminuzione di quello, tanto più notevole è l'aumento di questa.

7. Fra i liquidi agenti chimicamente sulla cheratina, vennero studiati la  $H_2O_2$  (« peridolo » di Merk) e le soluzioni di potassa non molto diluite. La  $H_2O_2$  <sup>(2)</sup> ossida la cheratina; tuttavia tanto il diametro del pelo, quanto la birifrangenza anche per un trattamento non prolungato, non variano molto: dapprima si ha un leggero aumento del diametro e un aumento della birifrangenza (aumento simultaneo che non si nota mai nel caso di liquidi non agenti chimicamente); dopo parecchie ore, pur rimanendo il diametro quasi lo stesso, la birifrangenza diminuisce. Per es. un capello umano aveva in un suo punto un diametro  $d = 81,3 \mu$  e una birifrangenza specifica  $\mathcal{A} = 9,64$ ; immerso nella  $H_2O_2$ ,  $d = 85,7$  e  $\mathcal{A} = 9,96$ ; dopo tre ore  $d = 85 \mu$  e  $\mathcal{A} = 8,66$ ; la piccolezza dell'aumento di  $\mathcal{A}$  che segue subito l'immersione in  $H_2O_2$  potrebbe far dubitare della sua realtà, ma il suo verificarsi in tutte le esperienze eseguite toglie ogni dubbio.

L'immersione in una soluzione di KOH provoca una forte diminuzione della birifrangenza, diminuzione che è tanto più rapida quanto più concen-

<sup>(1)</sup> Da queste quattro serie di misure, ammettendo pel diametro la relazione  $d_t = d_0(1 - \alpha t)$ , si ottiene per il coefficiente di contrazione termica  $\alpha$  il valore:  $\alpha = 0,0053$  circa.

<sup>(2)</sup> Cohnheim, *Chemie der Eiweisskörper*, pag. 53.

trata è la soluzione usata. A questa diminuzione di  $\Delta$  corrisponde un notevole aumento del diametro del pelo. Si potrebbe pensare che la diminuzione di  $\Delta$  dipenda dall'azione chimica della KOH sulla cheratina; ciò non è: infatti se, dopo l'immersione nella soluzione, il pelo viene lavato in acqua e poi essiccato nel vuoto su  $H_2SO_4$ , il diametro si riduce grandemente e la  $\Delta$  cresce senza però raggiungere il valore iniziale. Ecco alcuni esempi riferentisi a capelli umani trattati con una soluzione normale di KOH, poi lavati in  $H_2O$  e infine essiccati:

	Condizioni iniziali		Durata del trattamento	Condizioni dopo trattamento		Condizioni dopo trattamento	
	diametro $\mu$	$\Delta$		diametro $\mu$	$\Delta$	diametro $\mu$	$\Delta$
I	68	15,22	20'	133,6	5,42	71,4	12,15
II	90	11,78	40'	125,8	6,17	93,5	10,06
III	76,5	14,41	60'	115	7,22	76,5	11,13
IV	106,4	9,75	4 ore	180,9	3,74	118,9	6,17

Un effetto più marcato si ha trattando il pelo con  $HNO_3$ : dopo circa 60',  $\Delta$  è ridotta a zero, e il diametro viene quasi raddoppiato. Anche in questo caso, lavando il preparato in acqua e poi essiccandolo,  $\Delta$  ricompare e in corrispondenza il diametro diminuisce. Anzi, come mostrano gli esempi seguenti, non occorre neppure essiccare nel vuoto e su  $H_2SO_4$  per ottenere il ricomparire della birifrangenza, basta asciugare con carta bibula:

		I	II	III	IV	V	VI
Condizioni iniziali . . .	$d =$	102,6 $\mu$	112	124,2	121,5	122,3	89,1
	$\Delta =$	9,87	8,69	8,87	8,95	8,45	11,62
Dopo trattamento con $HNO_3$ . . . . .	$d =$	216 $\mu$	221,4	232,2	221,4	248,4	140,4
	$\Delta =$	0	0	0	0	0	0
Dopo asciugati con carta bibula . . . . .	$d =$	189 $\mu$	183,6	194,4	189	172,8	118,8
	$\Delta =$	1,18	1,33	1,14	0,63	0,85	3,14

L'ultimo campione, lavato in acqua e poi essiccato, dà  $d = 105,3 \mu$ ,  $\Delta = 4,91$ ; rimesso in  $HNO_3$ :  $d = 153,9 \mu$ ,  $\Delta = 0$ ; lavato in  $H_2O$ :  $d = 118,3 \mu$ ,  $\Delta = 2,55$ ; essiccato di nuovo:  $d = 97,2 \mu$ ,  $\Delta = 4,44$ . Sembra dunque che la birifrangenza del pelo dipenda molto dall'assestamento delle lamelle cheratinizzate costituenti la sostanza corticale, nel senso che qualunque causa tenda ad avvicinarle o a ridurne lo spessore, produce un aumento nella birifrangenza specifica.

8. Occorre spesso di scorgere l'estremità di un pelo, tagliato con un coltello non bene affilato, dissociata in filamenti sottili, ciascuno dei quali è costituito da un aggregato delle cellule cheratinizzate formanti la sostanza corticale; tale estremità presenta una birifrangenza appena apprezzabile. D'altra parte è degno di nota che sezioni di peli parallele all'asse, sottili fino a  $6\mu$ , preparate per l'osservazione ordinaria, conservino, malgrado il trattamento subito (disidratazione, inclusione, sezionamento, lavaggio in xilolo e impregnazione con balsamo del Canada), la birifrangenza, corrispondente al loro spessore.

9. Tre sono le ragioni possibili della birifrangenza presentata dai peli.  $\alpha$ ) La sostanza corticale (la sola attiva) è di sua natura birifrangente; sia poi questa birifrangenza dovuta alla struttura molecolare della sostanza costituente le cellule cheratinizzate o alla presenza di minutissimi aggregati cristallini: (birifrangenza normale).  $\beta$ ) La sostanza corticale, trovasi in uno stato di deformazione elastica in conseguenza del quale diventa birifrangente: (birifrangenza accidentale).  $\gamma$ ) La sostanza corticale, che può considerarsi come un sistema di strati sovrapposti di due sostanze di indici di rifrazione diversi (aria e lamelle cheratinizzate), si comporta come i mezzi lamellari di Wiener (birifrangenza lamellare).

La prima ipotesi non regge poichè è vero che le soluzioni di KOH a concentrazione superiore al 20 %, che attaccano chimicamente la cheratina, fanno scomparire la birifrangenza, ma questa ricompare subito se dopo aver lavato il preparato in acqua, lo si essicca; e poi la  $H_2O_2$ , che ossida la cheratina, lascia quasi inalterata la birifrangenza della sostanza corticale. D'altra parte come si spiega che, pur essendo la cheratina un albuminoide dotato di grande resistenza ai reagenti chimici (<sup>1</sup>), la birifrangenza della sostanza corticale varia coll'imbibizione di questa con liquidi qualunque? e che la cuticola, che contiene anch'essa cheratina, non è birifrangente? Di più è da ricordare il fatto che se si dissocia un pelo o con  $H_2SO_4$  o con azioni meccaniche, la birifrangenza scompare.

La seconda ipotesi è sostenuta da v. Ebner (loc. cit.), il quale ricondurrebbe la birifrangenza che si osserva in alcuni tessuti animali alle pressioni che si possono sviluppare in essi durante l'accrescimento, siano poi queste pressioni dovute alle parti elementari in accrescimento o (per esempio durante l'emergenza del pelo) addirittura all'azione di masse più voluminose di tessuto dominate da un accrescimento generale contro altre masse di tessuto con diversa direzione di accrescimento. Ora pressioni di questa natura sembrano poco d'accordo coi criteri oggi dominanti nell'istogenesi, e poi occorre ricordare che: 1°) la birifrangenza del pelo si mantiene inalterata anche in preparati vecchi di parecchie decine di anni; 2°) la birifrangenza specifica

(<sup>1</sup>) Oppenheimer, *Handbuch der Biochemie*, I, pag. 330.



non è massima vicino alla base del pelo. Potrebbe darsi che queste pressioni si sviluppassero anche durante il processo di cheratinizzazione, nel senso che questo cogliesse e fissasse i vari elementi in uno stato di contrazione, ma non si comprenderebbe perchè un pelo, dissociato per l'azione di un alcali o di un acido forte o per un'azione meccanica conveniente, che ha così perduto la sua birifrangenza, può riacquistarne una parte notevole quando venga riassetato mediante lavaggio in acqua ed essiccamento prolungato.

Rimane da discutere la terza ipotesi. Il Wiener ha dimostrato che un corpo a struttura lamellare, risultante di strati alterni di spessori relativi  $\delta_1$  e  $\delta_2$  di due sostanze ad indici di rifrazione diversi  $n_1$  ed  $n_2$ , deve comportarsi come una sostanza uniasse i cui indici di rifrazione principali sono dati da:

$$n_0^2 = \delta_1 n_1^2 + \delta_2 n_2^2 \qquad \frac{1}{n_0^2} = \frac{\delta_1}{n_1^2} + \frac{\delta_2}{n_2^2}$$

Sono note le esperienze di Braun il quale ha scoperto nel Tabaschir (<sup>1</sup>) un corpo isotropo dotato di birifrangenza causa la sua struttura lamellare. Ora la sostanza corticale del pelo è formata da elementi cellulari fusiformi molto allungati ed appiattiti; inoltre il protoplasma di queste cellule contiene delle fibrille che si prolungano da un elemento all'altro: negli interstizi che separano i vari elementi e tra le fibrille che li riuniscono vi è sempre dell'aria. Noi siamo dunque di fronte ad un mezzo a struttura molto irregolare, è vero, ma del tipo lamellare in cui le lamelle sono rappresentate dagli elementi appiattiti e allungati. Vediamo ora quali sono le caratteristiche della birifrangenza lamellare:  $\alpha$ ) la birifrangenza lamellare è indipendente dallo spessore del corpo esaminato; questo non si verifica, come vedemmo (3) nei peli, ma quella indipendenza non può sussistere che nel caso in cui le superfici di discontinuità siano disposte con assoluta regolarità, cosa che non avviene nei peli;  $\beta$ ) variando la differenza fra gli indici di rifrazione delle lamelle componenti il corpo o variando lo spessore relativo di queste deve aversi una variazione nella birifrangenza  $\Delta$ . Le esperienze riportate mostrano che variando la differenza fra gli indici di rifrazione delle lamelle (aria e cheratina) costituenti la sostanza corticale del pelo e cioè imbevendo questo di vari liquidi si ha una variazione in  $\Delta$ ; però non si scorge relazione fra la variazione di  $\Delta$  e l'indice di rifrazione del liquido sostituitosi all'aria. Questo non dimostra che la birifrangenza lamellare sia da escludersi perchè, imbevendo il pelo di un certo liquido, bisognerebbe esser sicuri di non aver alterato per imbibizione, e l'indice di rifrazione delle lamelle solide cheratinose e gli spessori relativi delle lamelle; ora tutto l'insieme delle misure fatte mostra che questa ultima variazione sussiste e

(<sup>1</sup>) Ann. d. Phys. 17, pag. 364, an. 1905.

in grado notevole. Ciò che milita soprattutto a favore dell'ipotesi di una birifrangenza lamellare è il nesso stretto esistente fra il diametro del pelo e il valore della birifrangenza specifica  $\mathcal{A}$ ; non solo  $\mathcal{A}$  è sempre maggiore per i peli di diametro minore, ma è altresì generale che tutte le cause le quali comunque tendono a diminuire il diametro del pelo producono un aumento nella  $\mathcal{A}$  e viceversa. Ora la diminuzione del diametro è verosimilmente prodotta da una diminuzione della distanza separante le varie lamelle cheratinizzate, cioè da una diminuzione per es. di  $\delta_1$ , e questo porta con sé un aumento della birifrangenza.

Unica obbiezione grave all'ipotesi di una birifrangenza lamellare è nel fatto che, secondo Wiener, l'indice  $n_o$  di rifrazione del raggio ordinario è sempre maggiore dell'indice  $n_s$  di rifrazione del raggio straordinario quindi la birifrangenza dovrebbe essere *negativa*, mentre nella sostanza corticale del pelo è sempre *positiva*. Bisogna però notare che le formule del Wiener sono dedotte partendo da ipotesi che molto verosimilmente non si verificano nel caso di cui ci occupiamo e delle quali non si può prevedere l'influenza sul risultato.

Geologia. — *Sulla indipendenza delle acque sotterranee dell'Etna dalle precipitazioni atmosferiche* (<sup>1</sup>). Nota di G. PONTE, presentata dal Corrispondente G. DI STEFANO.

L'Etna per le sue importanti sorgenti d'acqua potabile e minerale, che ha alle sue falde, per la sua posizione e per la natura delle rocce di cui è formato, offre argomenti notevoli allo studio delle acque sotterranee.

È opinione di quanti sin oggi si sono occupati dell'idrologia dell'Etna, che le acque sotterranee del versante orientale del vulcano, sgorganti naturalmente o captate mediante cunicoli, derivino dalle piogge o dalle nevi precipitate sulle sue falde.

Nè poteva prevalere altra idea quando l'antichissima teoria delle acque infiltranti sorta ai tempi di Augusto dalla mente di Marcus Vitruvius Pollio, rievocata nel 1650 dal vasellaio Bernardo Palissy e poco dopo sostenuta dal fisico Mariotte non è stata ancora sradicata dalla mente della maggior parte degli idrologi, alcuni dei quali, anzi, hanno l'opinione, falsa tanto quanto essa è antica, che solo una terza parte dell'acqua precipitante sulla Terra in forma di pioggia, neve, brina e rugiada, penetri nel terreno, mentre il resto ritorni all'aria per effetto dell'evaporazione o raggiunga il mare o il lago per i torrenti.

(<sup>1</sup>) Lavoro eseguito nell'Istituto di Mineralogia e Vulcanologia dell'Università di Catania.