ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCIII

1896

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME V.

1° SEMESTRE

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1896

torno roccie amfiboliche e serpentinose dotate di magnetizzazione molto intensa. E voglio ancora fare osservare che le mie misure a Gressoney la Trinité diedero valori concordanti anche spostando l'apparecchio di 200 metri, dal che risulta che si hanno qui anomalie che interessano vasti tratti di terreno e non le comuni irregolarità a brevissimi intervalli delle roccie a punti distinti.

Ad ogni modo data la distanza sia orizzontale, sia verticale della stazione sulla Gnifetti da queste località perturbate, non sarà del tutto inutile il confrontare sotto questo punto di vista Biella col Monte Rosa con un dislivello di circa 4000 metri. Bisogna però tenere conto della differenza di latitudine, ed è questa una correzione non facile, essendo assai incerto il gradiente della componente orizzontale, quando si attraversano le Alpi. Per averne un'idea, ho paragonato il valore della componente orizzontale a Novara determinato dal Chistoni (1) coi valori in stazioni della Svizzera all'incirca sul medesimo meridiano determinati dal Battelli (2) in terreni meno sospetti per la loro natura geologica.

Risulta da questi confronti come gradiente al minuto di latitudine:

Novara. —	*Göschenen*	0,00034
»	*Flüelen*	32
»	*Arth-Goldau*	31
»	*Rigi-Kulm*	31
»	*Linththal*	32
	Media	0,00032

Ora la differenza di latitudine delle mie due stazioni a Biella e sul Rosa è di circa 21′ e quindi il rapporto $H_B \mid H_G$ dovrebbe essere secondo tale gradiente 1,0067 invece del valore osservato 1,0104. Quindi, con tutte le riserve fatte avanti, si verrebbe a concludere che la componente orizzontale diminuisce coll'altezza e col gradiente di circa 0,001 ogni mille metri.

Fisica. — *Azione di un raggio luminoso, periodicamente interrotto, sul selenio* (3). Nota del dott. Quirino Majorana, presentata dal Socio Blaserna.

Facendo seguito ad un mio precedente lavoro (4), *sulla rapidità dei fenomeni foto-elettrici del selenio*, espongo delle altre esperienze e considerazioni sull'argomento.

Ricordo anzitutto brevemente i risultati di quello. Illuminando una cel-

(1) Annali dell'Ufficio centrale Meteorologico e Geodinamico italiano, serie 2ª, vol. VIII, parte I, p. 104, 1889.

(2) Id. id. serie 2ª, parte III, vol. XI, 1891.

(3) Lavoro eseguito nel R. Istituto Fisico dell'Università di Roma.

(4) R. Acc. dei Lincei, 1894, vol. III, 1° sem., fasc. 3°.

lula a selenio, l'abbassamento di resistenza elettrica prodotto, non iscompare istantaneamente col cessar della luce, ma perdura assai sensibilmente sino a parecchi secondi dopo. Il fenomeno è rappresentato, per una cellula da me costruita, e di cui diedi la descrizione nella mia prima Nota, dalla curva C_1 della fig. 1. In questa l'asse O X è quello dei tempi contati a partire dall'istante in cui l'illuminazione cessa, e l'asse OY quello delle resistenze della cellula.

Parecchi anni or sono i sigg. Bellati e Romanese assoggettarono una cellula a selenio del Bréguet di Parigi, all'azione di un raggio periodicamente interrotto da un disco girante con fori alla periferia [1]. Osservarono che la resistenza di quella restava immutata al variare della velocità rota-

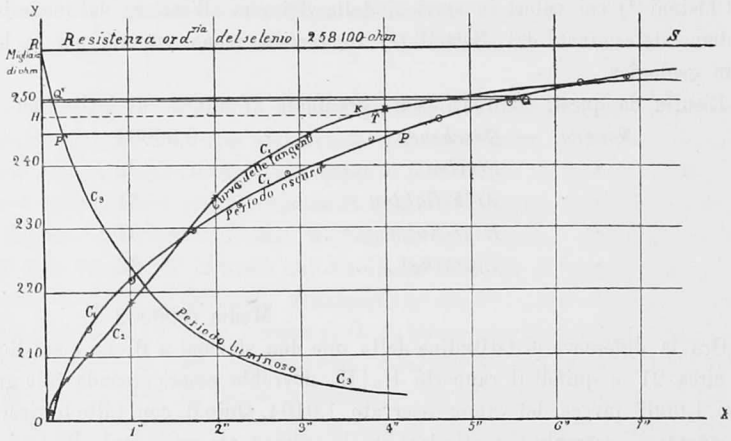

Fig. 1ª

toria del disco. Gli sperimentatori operarono con dischi aventi rapporti variabili tra i *pieni* e i *vuoti*, e in qualunque caso trovarono che, variando la velocità, la resistenza della cellula restava costante per lo stesso disco. Inesattamente gli autori ne trassero la conseguenza di una estrema rapidità nello svolgersi dei fenomeni foto-elettrici del selenio. Ho ripetuto infatti l'esperienza, servendomi di un galvanometro semplice anzichè differenziale, come era quello adoperato dagli autori, e il risultato da me ottenuto è stato identico a quello di questi; vale a dire la deviazione del galvanometro rimaneva assolutamente costante, malgrado che avessi spinto il numero delle interruzioni del raggio luminoso, sino a 10,000 per minuto secondo. Ho operato con due dischi di differente costruzione. Uno di essi, in metallo e di circa 10 cm. di raggio, aveva 100 tagli radiali partenti dalla periferia. Le larghezze dei tagli

[1] Atti del R. Istituto Veneto di sc. lett. ed arti, 1883.

e quella dei denti che ne risultavano, erano eguali; eguali dunque erano le durate di illuminazione e di oscurità. Potevo animare il disco della velocità di circa 100 giri a 1″ corrispondente alle 10,000 interruzioni di cui ho detto. Ma al fine di meglio studiare il fenomeno, ho voluto costruire un disco che mi permettesse, mediante un semplice congegno meccanico, di far variare a volontà il rapporto delle durate di luce e di oscurità. Esso è rappresentato dalla fig. 2; era in sottile metallo e fornito di aperture o finestre triangolari come si scorge dal disegno. Dirigendo un fascio di luce concentrata da una lente contro il forellino F della lastra metallica P fissata al sostegno del disco, e quindi non girevole con questo, a seconda che essa veniva più o meno avvicinata al centro del disco, al girare di esso, potevano rendersi le durate di illuminazione più grandi o più piccole di quelle di oscurità. Per ogni posizione dunque della lastra P il galvanometro dava deviazioni diverse.

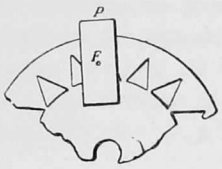

Fig. 2ª

In tale guisa ho determinato ogni volta la resistenza media della stessa cellula che fornì la curva C_1, comparandola come già avevo fatto in precedenza con quella, conosciuta, di una soluzione di solfato di rame. Per ragioni, che si rileveranno in seguito, regolai l'intensità del fascio luminoso adoperato, in modo che per una continua illuminazione della cellula questa presentasse una resistenza di circa 200,000 ohm, mentre al buio ne presentava una di 260,000 circa. Queste due cifre sono i limiti dentro cui avevo, per lo studio da me fatto in precedenza, la conoscenza della C_1 (fig. 1). Un maggiore abbassamento avrei potuto provocare nella resistenza della cellula, servendomi direttamente della luce solare. Riporto le medie delle osservazioni:

Durata della luce	Durata della oscurità	Resistenza della cellula per qualunque velocità del disco
1	0	200.000 ohm
1	$^1/_4$	206.200 »
1	$^1/_2$	210.400 »
1	1	218.800 »
1	2	235.000 »
1	4	248.800 »
0	1	258.100 »

Il diagramma della resistenza della cellula per una certa velocità del disco, può essere rappresentato dalla figura 3. In questa è supposto che le durate di illuminazione sieno più grandi di quelle di oscurità. Il modo di variare della resistenza del selenio in un periodo di oscurità, è come si è visto, dato dalla curva C_1 della fig. 1. Se il periodo è piccolo, come è il caso di quelli generati dalle interruzioni del disco, in modo da non suscitare

delle oscillazioni sugli aghi del galvanometro, approssimativamente la resistenza crescerà secondo un segmento rettilineo *o*. Nei periodi di luce invece, poichè si tratta di fenomeno di egual natura, è logico ammettere che la re-

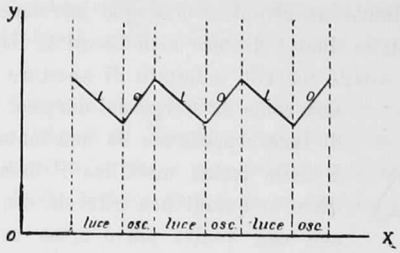

Fig. 3ª

sistenza diminuisca secondo altri segmenti rettilinei *l*. Questi segmenti *l* sono tutti uno stesso tratto sensibilmente rettilineo di una curva C_2 (fig. 1) finora sconosciuta, come i segmenti *o* sono tutti uno stesso tratto della C_1.

Per una stessa posizione della lastra P della fig. 2, poichè resta immutata la resistenza della cellula, pur variando la velocità, i segmenti *l*. *o*, non cambiando di inclinazione, si raccorciano, ed i loro punti di mezzo restano sempre sopra una parallela all'asse dei tempi i cui punti hanno per ordinata il valore di quella resistenza. Si vede dunque che per qualunque rapidità di rotazione del disco, per le ipotesi fatte, la resistenza del selenio oscilla sotto l'influenza del raggio luminoso, ma le ampiezze di tali oscillazioni vanno continuamente diminuendo col crescere della velocità del disco sino a diventare insensibili, come ha potuto constatare Mercadier, il quale non otteneva suoni con più di 1800 vibrazioni, da un telefono inserito nello stesso circuito di una cellula.

Se cambia la posizione della lastra P, e cioè il rapporto tra le luci e le oscurità, variano le inclinazioni dei segmenti *l*, *o*, ed essi saranno due piccoli tatti delle C_1 e C_3 staccati metà a destra e metà a sinistra di quei punti di medesima ordinata in cui *le tangenti trigonometriche delle due curve hanno valori inversamente proporzionali alle durate di oscurità e di luce, e di segno contrario.*

Ma vediamo se non si possa ricercare, coi dati che si posseggono, la curva C_3.

Riportisi sopra delle rette parallele ad OX (fig. 1), passanti per i valori delle resistenze assunte dalla cellula sotto l'azione del raggio luminoso periodicamente interrotto, e a partire dall'asse OY, i rapporti numerici delle rispettive durate di *oscurità* e di *luce*. Si otterrà la curva C_2 che chiamo per semplicità *curva delle tangenti*, e che partendo dalla resistenza mi-

nima 200,000 ohm, diventa assintotica alla retta parallela ad OX di ordinate eguali alla resistenza massima 258,100 ohm. La scala delle ascisse di questa curva potrebbe nel disegno essere arbitraria. Ma per comodità l'unità è rappresentata dallo stesso segmento che per la C_1 rappresenta l'unità di tempo e cioè il minuto secondo. È ora facile trovare la C_3. Si conducano delle rette parallele all'asse dei tempi come le due P'P e Q'Q. Esse debbono essere distanti tra di loro in guisa da intercettare sulla C_1 dei tratti che sensibilmente possano ritenersi rettilinei, come è il tratto PQ. Sia m la lunghezza del segmento proiezione di PQ sopra OX, segmento che non è segnato in figura. Se si traccia a partire da un punto arbitrario Q' di QQ' un tratto rettilineo Q'P' compreso tra QQ' e PP', tale che la sua proiezione sopra PP' sia

$$-\frac{m}{\mathrm{HK}}=-\frac{m}{3,7},$$

Q'P' sarà un tratto della curva C_3.

La ragione di ciò è manifesta, tenendo conto di quanto precedentemente si è visto. Si prosegue quindi da P' in giù il tracciamento della C_3, in guisa affatto analoga. Siccome la curva C_1 è assintotica alla retta RS, così è difficile il tracciamento del segmento RQ' della C_3, anche perchè l'ultimo tratto della C_2, è stato tracciato per extrapolazione grafica al di là del punto ultimo osservato T. È quindi necessario costruire egualmente per extrapolazione il tratto RQ', e poi spostare tutta la C_2 con moto parallelo ad OX, sino a che il suo punto estremo R venga a giacere sopra l'asse OY delle resistenze. Quest'ultima operazione non è indicata nella figura per semplicità, e la C_2 è nella sua giusta posizione. Osservo che anche commettendo un errore sulla costruzione dell'ultimo tratto RQ', ciò non può portare che una piccola influenza sopra la posizione della C_3, perchè questa in quel tratto ha una tangente molto grande, astrazione facendo dal segno.

È facile in base alle considerazioni ed ipotesi fatte, trovare una relazione analitica tra le curve C_1, C_2, C_3.

Sia

$$r=\mathrm{F}(t)$$

l'equazione della C_1 dove r rappresenta la resistenza variabile del selenio, e t il tempo. Scrivasi la stessa, ponendo come variabile indipendente la t:

$$t=f(r)$$

L'equazione delle tangenti trigonometriche x_1 a C_1, riferite all'asse OY, ossia delle cotangenti riferite ad OX è

$$x_1=\frac{dt}{dr}=\frac{df(r)}{dr} \tag{1}$$

Sia ora

$$z = \varphi(r)$$

l'equazione della C_2; poichè nel caso della figura l'unità di misura del parametro variabile z fu scelta linearmente eguale a quella del tempo, così si potrà anche scrivere:

$$t = \varphi(r)$$

L'espressione

$$\left(\frac{dt}{dr}\right)_{c_1} \cdot \frac{1}{\varphi(r)}$$

è per cose già viste il valore della tangente trigonometrica della C_3 con segno cambiato, nel punto di medesima ordinata a quello in cui è stata presa la derivata $\frac{dt}{dr}$ per la C_1.

E quindi l'equazione analoga alla (1) per le tangenti della C_3 è

$$x_3 = -\left(\frac{dt}{dr}\right)_{c_1} \cdot \frac{1}{\varphi(r)}$$

o cioè

(2) $$\frac{dt}{dr} = -\frac{df(r)}{dr}\,\frac{1}{\varphi(r)}$$

che integrata dà l'equazione della C_3:

$$t = -\int \frac{df(r)}{dr}\,\frac{1}{\varphi(r)}\,dr + \text{Cost.}$$

Non è facile determinare la natura delle tre curve C_1, C_2, C_3; avrei potuto, mediante il metodo delle costanti fisiche, trovare delle espressioni analitiche più o meno approssimate delle C_1 e C_2, e conseguentemente se l'integrazione fosse stata possibile, trovare l'equazione della C_3; ma ciò non sarebbe stato di grande importanza. Invece farò vedere che se fosse lecito supporre che la variazione della resistenza della cellula avvenisse con legge analoga a quella della propagazione del calore, vale a dire fosse proporzionale alla differenza tra la resistenza finale (in luce od in oscurità) e quella variabile in ogni istante, sarebbe facile trovare una espressione della C_2.

Sia dunque secondo l'ipotesi fatta

(3) $$\frac{dr}{dt} = c\,(R - r)$$

la equazione differenziale della C_1. Le resistenze vengono contate a partire dall'origine O, e quindi nel caso della figura esse sarebbero state tutte di-

minuite di 200,000 ohm. Nella precedente espressione R è la resistenza ordinaria, quando cioè la cellula non è colpita da luce, ed r è quella variabile, c è una costante di proporzionalità. Analogamente l'equazione della C_3 è

$$\frac{dr}{dt} = -c' r \,. \tag{4}$$

Le due espressioni (3) e (4) integrate danno due equazioni esponenziali per C_1 e C_3 e cioè

$$\begin{aligned} ct &= -\log.\,(R - r) + H \text{ (oscurità)} \\ c't &= -\quad \log.\, r \quad + K \text{ (luce)} \end{aligned}$$

dove H K sono due costanti, od anche

$$\begin{aligned} r &= R - he^{-ct} \text{ (oscurità)} \\ r &= \quad he^{-c't} \text{ (luce)} \end{aligned}$$

L'espressione (2) della C_2 si può anche scrivere

$$-\left(\frac{dr}{dt}\right)_{c_3}\left(\frac{dt}{dr}\right)_{c_1} = \varphi\,(r) = t$$

Servendosi dunque dei valori di queste due derivate dati dalle (3) e (4) si ha

$$\frac{c' r}{c\,(R - r)} = t$$

Se essa vien riferita invece che agli assi OX ed OY, ad RS, e ad un asse delle resistenze che si trova spostato rispetto ad OY verso i tempi negativi per la costante $\frac{c'}{c}$, assume la forma assai semplice;

$$tr = -\frac{c' R}{c}.$$

Il che dice che C_2 è un' iperbole equilatera i cui assintoti sono l'asse RS ed una retta parallela ad OY, e che si trova sulla sinistra di questa a una distanza eguale alla cost. $\frac{c'}{c}$.

La curva C_1, per una stessa cellula, è unica, perchè come altrove feci osservare, è logico ammettere che se una particella di selenio in un certo istante ha una resistenza diversa da quella che essa avrebbe qualora non fosse stata perturbata da azione luminosa, da quell'istante la resistenza vada aumentando, e ciò sempre alla stessa guisa, indipendentemente dall'essere stata colpita da luce più o meno intensa e per tempi più o meno lunghi.

$$-(c' t + K)$$

Ma di curve C_3 ve ne possono essere infinite, poichè ad ogni intensità luminosa corrisponde una curva diversa. È chiaro però che, prescindendo dal fatto che una luce troppo intensa può alterare la sensibilità di una cellula a selenio, tali curve non possano oltrepassare una certa posizione di *ox*, più bassa di quella segnata nella fig. 1, che sarà la *posizione limite* dell'asse dei tempi, e ciò perchè non è ammissibile che la resistenza della cellula possa decrescere indefinitamente.

Poichè per ogni intensità luminosa vi è una curva C_2 speciale, e quindi anche una C_3, la legge con cui decresce la resistenza del selenio sotto l'azione della luce, non è in generale esattamente l'inversa di quella con cui, successivamente, cresce nell'oscurità.

In un modo simile a quello con cui ottenni la C_1, potrebbe tentarsi la ricerca diretta della C_3; termino dunque proponendo a chi volesse studiare l'argomento, la verifica sperimentale delle considerazioni fatte.

Chimica biologica. — *Sopra un fermento solubile che si trova nel vino.* Nota di Giulio Tolomei, presentata dal Socio Blaserna.

È noto che l'azione dell'aria sul vino provoca l'ossidazione della materia colorante, la rende insolubile e sviluppa dei profumi particolari. Il Martinand ha emesso l'ipotesi [1] che queste reazioni possano essere prodotte da un fermento solubile, o *enzima*, avente le proprietà di quello, chiamato *laccasi*, trovato dal Bertrand in diverse parti di molte piante [2].

Le esperienze seguenti confermano tale ipotesi. Le uve mature dànno, all'aria, con la tintura di resina di guaiaco, con l'idrochinone e col pirogallolo le reazioni caratteristiche indicate dal Bertrand per la laccasi; e tali reazioni non hanno più luogo se il liquido ottenuto da quelle uve si riscalda a 100°; il mosto non si decolora più all'aria, ma acquista di nuovo questa proprietà se si addiziona di enzima precipitato dall'alcool in un mosto d'uva non riscaldato.

Esaminando il contenuto degli acini, si riscontra che il fermento solubile in questione si trova nelle uve mature in maggior quantità che in quelle acerbe, ed è attorno ai semi che si rinviene più abbondante.

Lo studio della fermentazione del mosto dimostra inoltre che il fermento solubile si diffonde molto lentamente, anche se gli acini sono completamente immersi. La polpa dà con la tintura di guaiaco una colorazione molto intensa, mentre il liquido si colora poco; ma se si lasciano le vinacce in contatto

[1] Comptes rendus, vol. CXXI, p. 502.
[2] Ibid., vol. CXX, p. 266; vol. CXXI, p. 166.