SE I RAGGI DEL RÖNTGEN FAVORISCANO IL RAFFREDDAMENTO DI UN CORPO.

Nota del Dott. A. AMERIO.

Il Prof. P. Pettinelli pubblicò, nel *Nuovo Cimento* ¹⁾, uno studio dal quale risulta che il raffreddamento di un corpo nell'aria è più rapido, allorchè questa è attraversata da un fascio di raggi del Röntgen.

Di argomenti affini si occuparono il Lenard ²⁾, a proposito dell'influenza dei raggi catodici sull'aria atmosferica; il Villari ³⁾, sul potere refrigerante dei gas attraversati da scintille elettriche; il Dorn ⁴⁾, sull'azione riscaldatrice dei raggi del Röntgen; ed altri.

Però il Lenard dimostra che la cooperazione dei raggi del Röntgen, all'azione prodotta da un fascio che esca da un tubo a vuoto con finestra di alluminio, è debolissima; il Villari dimostra che l'azione delle scintille è puramente meccanica, giacchè consiste nel proiettare le particelle d'aria in tutti i sensi; il Dorn trova che i raggi del Röntgen colpendo delle lamine assorbenti le riscaldano.

È ovvio che questo riscaldamento *diretto* e piccolissimo, possa sussistere col raffreddamento *indiretto* trovato dal Pettinelli.

Questi misura il tempo che un termometro impiega a raffreddarsi da 32 a 28°, e trova che diminuisce di $\frac{1}{60}$ quando il corpo è colpito dai raggi del Röntgen.

Con questo dato si può calcolare quale variazione deve aver subito il coefficiente di trasmissione del calore dal termometro all'ambiente.

1) *Nuovo Cimento*, vol. 8°, pag. 299.

2) *Annalen der Physik und Chemie*, vol. 63, pag. 253.

3) *Nuovo Cimento*, vol. 9°, pag. 77.

4) *Ann. der Phys.* ecc. vol. 63, pag. 160.

Infatti, il raffreddamento per irradiazione e per trasporto, di un corpo, segue la legge

$$(1) \quad \log \frac{T_0}{T} = h \frac{S}{C} t$$

dove S è la superficie del corpo, T l'eccesso della sua temperatura su quella dell'ambiente al tempo t , T_0 l'eccesso iniziale, ed h un coefficiente, costante per valori di T non molto grandi, che dipende dal corpo e dall'ambiente.

Analogamente se h' è un altro valore del coefficiente h , t' la nuova durata del raffreddamento tra le stesse temperature,

$$(2) \quad \log \frac{T_0}{T} = h' \frac{S}{C} t'.$$

Dalle (2) e (2') si ricava tosto

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{t - t'}{t'}.$$

Dalle esperienze del Pettinelli risulterebbe dunque

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{1}{60}.$$

Alcune esperienze che eseguii osservando anch'io il raffreddamento di un termometro, non mi diedero alcun risultato positivo.

I tubi che adopravo erano dell'*Allgemeine Elektrizität Gesellschaft*; li eccitavo con un rocchetto di dimensioni medie che mi dava scintille lunghe da 16 a 20 cm.; e usavo per interruttore sia quello di Foucault, sia quello a spirale del Prof. Röntgen, sia infine quello del Wehnelt.

Per risolvere il dubbio ricorsi quindi ad altri metodi nei quali la sensibilità fosse notevolmente aumentata.

Si abbia una coppia termoelettrica la cui temperatura superi quella dell'ambiente. Durante il raffreddamento, per la inevitabile dissimetria, la differenza tra le temperature delle due saldature, varierà continuamente, e con un galvanometro si potrà osservare come varia col tempo la corrente termoelettrica che ne risulta.

La curva costruita prendendo per ordinate le deviazioni del galvanometro che si leggono su una scala, e per ascisse i tempi in cui si fanno le letture, avrà andamento uniforme o no, secondo che il raffreddamento è avvenuto regolarmente o sotto influenze perturbatrici.

In alcune delle esperienze eseguite secondo questo principio, usai una coppia ferro-costantano e un galvanometro astatico e aperiodico del Thomson.

Il filo di costantano, di mm. 1,5, era lungo 60 cm. e lo riscaldavo mediante la corrente di alcuni accumulatori; alla parte di mezzo erano saldati due fili di ferro distanti 25 cm., aventi il diametro di 2 mm., saldati alla loro volta ai fili di rame che andavano al galvanometro. Queste ultime saldature erano chiuse in un tubo di vetro avvolto nell'ovatta. La coppia era in una scatola metallica divisa in due da una lastra di piombo, attraverso alla quale passava isolato il filo di costantano; così le due saldature erano separate, e una finestra coperta da un foglio sottile di alluminio permetteva che i raggi del Röntgen ne colpissero una.

La scatola era riparata da un'altra di cartoncino; una lastra di ebanite grossa tre mm. separava il tubo dalle scatole, che erano in comunicazione col suolo: la distanza del tubo dalla saldatura colpita dai raggi era di 5 cm.

Per scaldare il filo di costantano, vi facevo passare la corrente di 9 ampère per 2", mentre era aperto il circuito del galvanometro; interrotta la corrente chiudevo subito questo circuito, e dopo breve intervallo leggevo sulla scala di 10^8 in 10^8 , lasciando che il raffreddamento avvenisse liberamente per un minuto, facendo agire il tubo nel successivo, e così di seguito.

Le curve corrispondenti ad ogni esperienza riuscirono regolari, in modo da escludere un'influenza dei raggi del Röntgen sul raffreddamento.

Per avere un'idea della sensibilità del metodo, indico con Φ il potere termoelettrico della coppia, con R la resistenza totale, con T_1 e T_2 gli eccessi delle temperature delle saldature su quella dell'ambiente. Se Δi è la corrente che fa deviare il galvanometro di una divisione della scala, affinchè la cor-

rente dovuta alla coppia vari di Δi , occorre che la differenza tra T_1 e T_2 vari di

$$(3) \quad \Delta \theta = \frac{R}{\Phi} \Delta i.$$

Considero separatamente le due saldature, e suppongo che il raffreddamento dell'una avvenga liberamente, giungendo in 2^m a T_1 . La seconda, partendo dal valore iniziale T_0 , giungerà nel primo minuto a T_2' , e giungerebbe nel successivo a T_2'' , seguendo la (1), dalla quale ricavo

$$h = \frac{C}{S} \log \frac{T_2'}{T_1};$$

ma se durante il secondo minuto, h ha il nuovo valore h' , il valore finale dell'eccesso della temperatura sarà T_2''' , e si avrà:

$$h' = \frac{C}{S} \log \frac{T_2'}{T_1''}.$$

Ne segue

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{\log \frac{T_2'}{T_1''}}{\log \frac{T_2'}{T_1}}.$$

Da questa notando che, se $h' - h$ è molto piccola rispetto ad h , T_2''' e T_2'' sono poco differenti, e indicando con t la durata del raffreddamento da T_0 a T_1 si ha

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{\frac{1}{T_1''}(T_2''' - T_2'')}{\frac{1}{t} \log \frac{T_0}{T_1}}.$$

Il valore di $\frac{h' - h}{h}$ che corrisponde a una divisione della scala, è quello per cui la variazione $T_2''' - T_2''$, che è anche la variazione della differenza tra le temperature delle saldature dovuta alla variazione di h , è la (3); sostituendo risulta

$$(4) \quad \frac{h' - h}{h} = - \frac{t R}{\Phi T_1'' \log \frac{T_0}{T_1}} \Delta i.$$

Come si vede la sensibilità decresce colla temperatura della saldatura, e la (4) dà solo la sensibilità media durante il secondo minuto.

Se prendo $T_0 = 200^\circ$, $T_s = 2^\circ$ con che ho circa $t = 10^a$, avendo inoltre $R = 0,7$ ohm, $\Delta i = 0,2 \cdot 10^{-6}$ ampère, $\Phi = 56 \cdot 10^{-6}$ volta, ottengo:

$$\frac{h' - h}{h} = \frac{1}{15000}.$$

Però una variazione così piccola di h passerebbe inavvertita, perchè la differenza di una divisione della scala non renderebbe irregolare la curva; occorrono a quest' uopo circa 10 divisioni e quindi la sensibilità reale è ridotta a $1/1500$, molto superiore al valore $1/60$ trovato dal Pettinelli, per il quale la curva riuscirebbe irregolarissima.

Per decidere con maggiore sicurezza la questione, ricorsi ad altre due disposizioni.

La prima è la stessa seguita dal Prof. E. Villari nel lavoro citato. Un galvanometro è posto in derivazione su una spirale di platino che si porta al rosso nascente con una corrente. La spirale è in una scatola metallica che ha una finestra ricoperta da un foglio sottile di alluminio.

Dalla formola approssimata

$$T = \frac{1}{hJ} \cdot \frac{\rho i^2}{2\pi^2 r^3}$$

dove T e h hanno i soliti significati, J è l'equivalente dinamico della caloria, ρ la resistenza specifica, i la corrente, r il raggio del filo di platino, è facile ricavare che se h varia di Δh , T varierà di ΔT , seguendo con grande approssimazione la formula

$$(5) \quad \frac{\Delta h}{h} = - \frac{\Delta T}{T}.$$

Ora se D è il numero delle divisioni di cui è deviato il galvanometro sotto l'influenza della corrente derivata, la variazione di ρ che fa diminuire D di una divisione è

$$\Delta \rho = - \frac{\rho}{D}$$

e poichè all' incirca

$$(6) \quad \Delta \rho = 0,0027 \rho \Delta T$$

la (5) diventa

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{0,0027 D T}.$$

Nelle esperienze eseguite con un galvanometro di Deprez e d'Arsonval avente una resistenza interna di 200 ohm, avevo $D = 2500$, $T = 500$ e quindi

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{3375},$$

ma non osservai nessuna variazione facendo agire il tubo, per quanto adoprassi l' interruttore del Wehnelt. Eppure ripetendo le esperienze del Prof. Villari, cioè ponendo la stessa spirale in un vaso di vetro nel quale facevo scoccare delle scintille di circa 5 cm. di lunghezza, mediante un piccolo induttore unito a due bottiglie di Leyda, e l' interruttore del Wehnelt, ottenni una deviazione variabile intorno a 100 divisioni ¹⁾.

La seconda disposizione consiste nel costruire un bolometro mediante quattro fili di platino lunghi tre cm. e aventi il diametro di $\frac{1}{18}$ di mm.

Erano posti in una scatola di latta avente una parete per metà di alluminio, e per metà ricoperta da lastra di piombo. I fili di platino erano saldati ad altri più grossi di rame, e riuniti in modo che i due affacciati alla finestra fossero lati opposti del ponte. Tra essi e gli altri due c' era un tramezzo di latta, saldato alle pareti.

Se $2i$ è la corrente esterna al ponte, ρ la resistenza di ognuno dei lati, $\Delta \rho$ la variazione in due lati opposti, ρ' la resistenza della diagonale dove c' è il galvanometro, questo è attraversato dalla corrente

$$\Delta i = \frac{i}{\rho + \rho'} \Delta \rho,$$

1) Credo opportuno osservare che, se le scintille che scoccano nell' aria ne aumentassero di $\frac{1}{30}$ il potere refrigerante, come trova il Prof. Pettinelli in un lavoro recente, (N. Cimento, Agosto 1899), avrei dovuto notare una deviazione permanente, nello stesso senso di quella ottenuta nelle esperienze del Prof. Villari, di forse 100 divisioni. Invece il galvanometro ritornò sempre, dopo una diecina di secondi, alla posizione primitiva, a meno di una divisione.

da cui per le (5) e (6)

$$\frac{\Delta h}{h} = - \frac{\rho + \rho'}{0,0027 \rho i T} \Delta i .$$

Usando un galvanometro del Thomson che ha una resistenza interna di 5,6 ohm per cui ρ' risulta circa 6 ohm, prendendo per Δi la corrente che lo fa deviare di una divisione della scala, cioè $\Delta i = 33.10^{-9}$ ampère, e ponendo $2 i = 0,12$ ampère, $\rho = 1,1$ ohm, e $T = 70^{\circ}$ si ottiene

$$\frac{\Delta h}{h} = \frac{1}{53000} .$$

Però neanche in questo caso non ho notato alcuna influenza dei raggi del Röntgen; cosicchè credo di poter concludere che se pure essi influiscono come parrebbe probabile, sul raffreddamento di un corpo nell'aria, lo fanno in misura enormemente inferiore a quanto risulta dalle esperienze citate.

Ringrazio vivamente il Prof. Röntgen per i consigli che mi diede, e per i mezzi che pose a mia disposizione.

Firenze, Istituto di Studi Superiori
Ottobre 1899.

LA DISPERSIONE DELLA LUCE NELLA TEORIA ELETTROMAGNETICA.

Nota del Prof. AUGUSTO ANTONELLI.

Ammettiamo che un corpo perfettamente trasparente sia costituito di molecole dielettriche separate fra loro dall'etere. Questo lo ammetteremo polarizzabile, e così pure le molecole, ma con coefficiente diverso. Non essendo conduttrici, il contegno delle molecole, al passaggio di un'onda elettromagnetica, sarà eguale a quello di un isolante posto in un mezzo coibente, (l'etere) di potere dielettrico differente. Si sa (Righi. « L'ottica delle oscillazioni elettriche » § 17) che *un tal corpo agisce come se diventasse origine di onde secondarie aventi periodo di vibrazione e smorzamento eguali a quelli dell'onda principale*. Pertanto, quando un dielettrico è attraversato da un'onda elettromagnetica, le sue molecole diverranno