Anche questa volta, dopo la determinazione si tolse di mezzo A, B, C e si collocò l'arco di fronte al disco, a 30 cm. da esso, e si chiuse f'' con la finestra di gesso. La caduta fu di 108 divisioni.

Segue di qui che, sebbene l'arco fosse in grado di esercitare un'azione *diretta* dello stesso ordine di grandezza di quella prodotta dal tubo di Crookes, quest'azione poi non era *trasportata* in modo sensibile dal soffio del mantice.

*
* *

Come abbiamo detto le esperienze furono ripetute molte volte, e riuscirono sempre concordanti; del nostro risultato siamo dunque ben sicuri.

Una conseguenza si affaccia subito, dopo un tale risultato: che, cioè, *ove la luce ultravioletta agisse sui corpi elettrizzati nello stesso modo che i raggi del Röntgen, la modificazione prodotta nell'aria ambiente sarebbe, nel suo caso, molto meno profonda e meno stabile.*

Laboratorio di Fisica della R. Università di Pisa,
Giugno 1896.

REGOLO CALCOLATORE DELLE CORREZIONI DEL PESO DEI CORPI NELL'ARIA.

Nota del Dott. A. FONTANA.

Il regolo calcolatore che propongo è destinato ad abbreviare le operazioni aritmetiche necessarie per ridurre al vuoto il peso dei corpi, liquidi e solidi, pesati nell'aria, in qualunque condizione di temperatura, o di pressione, raggiungibile nei nostri sperimenti.

La sua costruzione non si discosta dalle norme generali secondo le quali sono fatti gli ordinari regoli calcolatori. Quelli vengono fabbricati di grandezza e di forme svariate, al fine di renderli di uso più comodo ed universale; questo invece, per il particolare scopo cui è destinato, non essendo pur

necessario allontanarlo dalla bilancia colla quale si sperimenta, può farsi più lungo assai, ed in tal maniera consentirà maggior precisione nell'apprezzamento dei risultati. Ed è per ciò che io ne ho costruito un modello della lunghezza di un metro; ma si potrebbe anche fare di 70 cm., come le ordinarie righe da disegno.

La formola che dà il peso di un corpo ridotto al vuoto è:

$$(1) \quad P_v = P_A \left(1 + \frac{\frac{p}{1+\alpha t} \frac{H}{760}}{d} - \frac{\frac{p}{1+\alpha t} \frac{H}{760}}{d'} \right)$$

nella quale:

P_v è il peso cercato,

P_A quello trovato nell'aria,

p il peso di un litro d'aria alle condizioni normali,

t ed H la temperatura e la pressione dell'aria durante l'esperimento,

α il coefficiente di dilatazione dell'aria,

d la densità del corpo pesato,

d' la densità 8,39 dei pesi graduati, che per ora suppongo essere tutti di ottone.

Alla espressione sopra indicata, pensando che:

$$\frac{1}{1+\alpha t} = \frac{\frac{1}{\alpha}}{\frac{1}{\alpha} + t} = \frac{273}{T}$$

si può dare la forma:

$$(2) \quad P_v = P_A \left(1 + p \frac{273}{760} \frac{d' - d}{d d'} \frac{H}{T} \right)$$

in cui T è la temperatura assoluta.

Avendo riguardo solo al termine di correzione che chiamerò c , potrò considerarlo costituito da tre parti, contenenti ciascuna una delle tre variabili d , T ed H :

$$c = \left[p \frac{273}{760} \frac{d' - d}{d d'} \right] \left[H \right] \left[\frac{1}{T} \right] = \phi(d) H \frac{1}{T}$$

e quindi

$$(3) \quad \log c = \log \phi(d) + \log H - \log T.$$

Il termine di correzione è facilmente calcolabile con un regolo, dal quale, con una opportuna scelta di cifre, si caverà altresì $1 + c$ od $1 - c$, a seconda che d sia minore, ovvero maggiore di d' . Evidentemente questo regolo non differirà nè per la teoria, nè per l'uso dal regolo calcolatore ordinario, ed invece saranno diverse le origini e le ampiezze delle scale disegnatevi sopra.

Alla scala delle pressioni H ho data l'estensione da 700 a 800 mm., più che sufficiente per l'uso ordinario, ed a quella delle temperature T ho assegnata un'ampiezza di circa 30° al di sopra, e di 5° al di sotto di 273° , includendovi così gli estremi delle temperature usuali. A d ho infine dato il minimo valore 0,2, densità del sughero, ed il massimo 22, del platino battuto.

Questo regolo calcolatore è costituito da una parte fissa, e da una mobile, scorrevole nell'altra. La scala inferiore (I) del regolo fisso occupa tutta la lunghezza utile dello strumento, è divisa in mille parti uguali, e la sua numerazione cresce da sinistra verso destra. Vicina a questa, e sull'orlo della scanalatura entro la quale si muove lo scorrevole, vi è una scala logaritmica (II) destinata a dare il valore di c per $d < d'$, di-

visa in dieci parti principali di cui ciascuna è poi suddivisa in porzioni più piccole, ed i suoi tratti estremi coincidono col principio e colla fine della scala delle parti uguali, sulla quale

si leggono i logaritmi corrispondenti. Una terza graduazione logaritmica (III) si affaccia all' orlo opposto della scanalatura, esattamente corrispondente a quella descritta; ma ne è solo tratteggiata la porzione compresa tra 7 ed 8, e serve per indicarvi le pressioni H . Le origini di queste scale coincidono col lembo sinistro del regolo. Al di sopra di tutte vi è una quarta graduazione (IV), identica alla II, e similmente posta, soltanto la sua numerazione procede da destra a sinistra, e va da zero a nove. Essa fornisce i valori di c per $d > d'$.

Lo scorrevole è graduato sulle due facce. Presso all' orlo superiore, tanto sul lato anteriore, quanto sul posteriore, è la scala logaritmica (V) delle temperature T , delle stesse dimensioni della II del fisso; ma disegnata solo tra 260 circa e 310, ed in posizione tale che, a regolo chiuso, il numero 273 di questa coincida col 760 della III del regolo fisso. In tal modo l'origine di questa non coincide colle origini delle scale sul fisso, ma ne differisce di una quantità

$$m = \log H - \log T = 0,4446510.$$

Havvi inoltre, su ambedue le facce dello scorrevole, un'altra scala (VI) della cui costruzione ora dirò. Infine unito al regolo, vi è un indicatore mobile, di cui uno spigolo, normale alle scale, serve a portare in corrispondenza i numeri delle varie graduazioni.

A regolo costruito, ai numeri T verranno sostituiti i corrispondenti t delle temperature ordinarie.

Le scale (VI) inferiori dello scorrevole riguardano la densità dei corpi. Sulla faccia anteriore è disegnata la graduazione corrispondente a tutti i valori $d < d'$, e sulla posteriore quelli relativi a $d > d'$.

Poichè ho voluto che corrispondessero al regolo chiuso le condizioni normali dell' esperienza, ho fatto coincidere $H = 760$ con $T = 273$, e l'origine della scala delle T si è trovata così spostata di m dalla origine delle scale del regolo fisso. Dovrebbe essere:

$$\log H - \log T = \log c - \log \phi(d)$$

ma, per questo spostamento, dovrò di altrettanto far variare l'origine della scala VI, essendo già stabilita quella della V.

Quindi :

$$\log H - (\log T + m) = \log c - (\log \phi(d) + m).$$

Sarà individuata questa origine, quando, a regolo chiuso, è

$$\log \phi(d) + m = \log 1$$

il che ha luogo quando $d = 0,0013$. Dunque le origini delle scale del regolo mobile saranno rispettivamente :

$$\log H - \log T, \quad (V)$$

e

$$\log \phi(d)_{d=0,0013} + m. \quad (VI)$$

La distanza fra i tratti della graduazione inferiore dello scorrevole e l'origine non è proporzionale a $\log d$ perchè $\phi(d)$ è della forma

$$y = \log \frac{a-x}{ax},$$

in cui

$$a > x > 0,$$

s' intende, nel solo caso che il corpo da pesare abbia densità minore di quella dei pesi graduati. Nei casi limiti sarà $y = \pm \infty$, e la curva, luogo dei punti di coordinate x ed y , avrà un flesso nel punto $x = \frac{a}{2}$, $y = -\log a$, e quindi le distanze fra i tratti successivi vanno diminuendo man mano che dalle due parti si avvicinano al punto di inflessione. Per trovare il posto a ciascuna divisione, si calcola alle condizioni normali il termine $\log c$, che si riduce a :

$$\log c = \log \left(p \frac{d' - d}{dd'} \right)$$

per un certo numero di valori di d , e se ne segnano le posizioni sullo scorrevole, a partire dalla origine ora trovata, denominandole col corrispondente numero d , e tenendo conto solamente delle cifre significative che seguono gli zeri dopo la virgola, i quali si novereranno in altro modo.

La seguente tabella dà i numeri c ed i loro logaritmi, per varii valori di $d < d'$, a partire dal limite inferiore prescelto.

d	$\log c$	c
0,2	$\overline{3,8000904}$	0,006310
0,5	$\overline{3,3859435}$	0,002432
1,0	$\overline{3,0564809}$	0,001138
1,5	$\overline{4,8501371}$	0,000708
2,0	$\overline{4,6923074}$	0,000492
2,5	$\overline{4,5600118}$	0,000363
3,0	$\overline{4,4423041}$	0,0002768
3,5	$\overline{4,3330774}$	0,0002153
4,0	$\overline{4,2282410}$	0,0001691
4,5	$\overline{4,1245736}$	0,0001332
5,0	$\overline{4,0190662}$	0,0001044
5,5	$\overline{5,9083716}$	0,0000809
6,0	$\overline{5,7880832}$	0,0000614
6,5	$\overline{5,6513850}$	0,0000448
7,0	$\overline{5,4857533}$	0,0000306
7,5	$\overline{5,2621653}$	0,0000183
8,0	$\overline{6,8758112}$	0,0000075

Si vede che tutti i valori calcolati di $\log c$ non trovano luogo nella scala II del regolo fisso, perchè troppo breve; in essa non sono contenuti che quelli relativi a $d = 0,1$ circa fino a $d = 1,1$; i successivi, fino a $d = 5,1$, andrebbero noverrati in una scala identica alla II, ma posta di seguito ad essa, al lato sinistro; e gli altri in altre scale uguali, e similmente situate rispetto alle precedenti. I punti della VI, coincidenti colle origini della II, sono dati dalle seguenti espressioni:

$$\begin{array}{llll} \log \phi(d) + m = \overline{2} & \text{per la quale } d = 0,127 \\ \gg & = \overline{3} & \gg & = 1,119 \\ \gg & = \overline{4} & \gg & = 5,067 \\ \gg & = \overline{5} & \gg & = 7,829 \\ \gg & = \overline{6} & \gg & = 8,281 \end{array}$$

Per evitare l'inconveniente di dover troppo allungare il regolo ho fatto ricorso all'artificio di spezzare la scala inferiore dello scorrevole in quattro parti, nei punti qui sopra indicati, e di riportarle tutte una sull'altra sullo scorrevole, in modo da far coincidere i punti in cui furono tagliate, coll'origine e col termine della scala del fisso. Così la numerazione della VI graduazione procede, per i valori $d < d'$, da destra a sinistra nelle singole porzioni, e queste si succedono l'una all'altra dal basso all'alto. In tal maniera è reso anche facile il computo degli zeri, che, nel numero frazionario c , seguono la virgola. Dalla tabella precedente si vede che i valori di c , corrispondenti alla prima porzione della scala ora descritta, hanno due zeri dopo la virgola, e prima delle cifre significative; quelli della seconda porzione tre, quelli della terza quattro, e quelli della quarta cinque. Così ai lati delle singole porzioni della scala inferiore dello scorrevole ho scritti i numeri 1,00; 1,000; 1,0000; 1,00000, per indicare l'ordine al quale la successiva cifra significativa, data dal regolo, appartiene. A regolo chiuso, per esempio, cioè nelle condizioni normali, voglio la correzione per il peso di un corpo di densità 0,9. Trovo 0,9 nella prima riga della scala VI, agli estremi

della quale è scritto 1,00, e nella seconda leggo 128. Sarà $1 + c = 1,00128$.

Analogamente alla precedente si costruisce la scala delle c per

$$d' < d.$$

In questo caso $\phi(d)$ è della forma

$$y = \log \frac{x - a}{ax}.$$

Riferendo la curva da questa rappresentata (Tavola X) ad una coppia di assi ortogonali, essa si scinde in due parti, di cui una, contenuta tutta nel quarto quadrante, e valevole per $x > a$, è asintotica alle rette:

$$y = -\log a \quad x = a.$$

Questo solo ramo c' interessa: l' altro ramo della curva è asintotico alle rette:

$$y = -\log a \quad x = 0$$

ed è contenuto parte nel secondo, e parte nel terzo quadrante. Quindi la curva è simmetrica rispetto alla nuova coppia di assi ortogonali

$$x = -\log a \quad x = \frac{a}{2}$$

paralleli ai primitivi.

È per ciò che le successive distanze fra i tratti della scala inferiore dello scorrevole rovesciato vanno continuamente decrescendo coll' aumentare di d , e la loro numerazione cresce verso destra. Ho disegnata questa scala rivolta verso l' alto, cioè riguardante le scale superiori del regolo fisso. In questo caso $\log c$ è immaginario; ma, considerando il valore assoluto di $\frac{d' - d}{ad'}$, ho calcolato c e $1 - c$ come nella seguente tabella:

d	$\log c$	c	$1 - c$
8,5	$\overline{6},2998103$	0,00000199	0,99999800
9,0	$\overline{5},0189238$	0,00001044	0,99998956
9,5	$\overline{5},2554359$	0,00001800	0,99998200
10,0	$\overline{5},3946624$	0,00002481	0,99997519
10,5	$\overline{5},4909297$	0,00003096	0,99996904
11,0	$\overline{5},5631844$	0,00003657	0,99996343
11,5	$\overline{5},6198991$	0,00004167	0,99995833
12,0	$\overline{5},6661194$	0,00004635	0,99995365
12,5	$\overline{5},7047890$	0,00005067	0,99994933
13,0	$\overline{5},7375941$	0,00005465	0,99994535
14,0	$\overline{5},7906714$	0,00006175	0,99993825
15,0	$\overline{5},8319468$	0,00006791	0,99993209
16,0	$\overline{5},8658784$	0,00007343	0,99992657
17,0	$\overline{5},8923908$	0,00007805	0,99992195
18,0	$\overline{5},9152874$	0,00008246	0,99991754
19,0	$\overline{5},9347983$	0,00008605	0,99991395
20,0	$\overline{5},9516387$	0,00008946	0,99991054
21,0	$\overline{5},9663323$	0,00009254	0,99990746
22,0	$\overline{5},9792720$	0,00009533	0,99990467

Anche qui interviene la questione delle origini e della lunghezza della scala VI. Calcolando come nell'altro caso, si trova che in una prima scala logaritmica sono contenuti quei valori di $\log |\phi(d)| + m$ che vanno da $d = 8,471$ a $d = 8,983$,

ed in un'altra, posta alla destra di questa, quelli che vanno da $d = 8,983$ a $d = 24,03$.

Ho divisa, al solito, la graduazione in due parti, e per evitare la sottrazione $1 - c$, ho introdotta la scala IV, la quale dà senz'altro $1 - c$ in corrispondenza col d della inferiore dello scorrevole. Ai capi delle due parti della VI scala dello scorrevole rovesciato ho scritto le cifre 0,99999 e 0,9999, le quali stanno ad indicare che nel numero $1 - c$ le cifre significative date dal regolo sono precedute da quattro o da cinque nove dopo la virgola, a seconda che d è maggiore, o minore di 8,983.

Per esempio: alle condizioni normali si vuole la correzione per un corpo di densità 10,3. La scala superiore mi dà di fronte a 10,5, a regolo chiuso, 69, nella linea intestata 0,9999. Vuol dire che $1 - c = 0,999969$.

Finora ho parlato del regolo chiuso, cioè di esperimenti eseguiti nelle circostanze normali; ma nessuna difficoltà si presenta nel far passaggio ad altre condizioni di temperatura o di pressione. Varrà quindi la regola seguente per l'uso di questo regolo:

Dati H , t e d , si facciano coincidere i numeri indicanti temperatura e pressione, e di fronte a d si leggano le cifre significative delle correzioni sulle scale logarithmiche del regolo fisso.

Si adoperi la scala inferiore del fisso e la faccia anteriore dello scorrevole quando $d < d'$; ed invece la scala superiore del regolo fisso e la faccia posteriore dello scorrevole se $d > d'$. I numeri scritti a capo della scala delle densità indicano l'ordine delle cifre trovate.

L'indicatore unito al regolo serve, oltre all'uso cui fu accennato, ad aiutare la risoluzione del problema in certi casi speciali. Può avvenire, però in circostanze poco probabili, quando cioè la temperatura è assai elevata, e la pressione straordinariamente bassa, che taluni numeri della scala VI escano dal regolo fisso, e non permettano la lettura delle correzioni. Convien quindi dare all'indicatore la forma di una squadretta, di cui un lato, parallelo ed assai prossimo all'orlo inferiore della scanalatura del regolo fisso, è diviso in parti identiche a quelle della graduazione delle parti uguali. Con questo indica-

tore si misura la distanza tra l'origine delle scale sul regolo fisso ed il tratto della graduazione mobile esterno ad esso: riportando dal lato opposto, sulla scala I delle parti uguali, una porzione uguale alla distanza misurata, si fissa il punto al quale corrisponde la correzione cercata.

Evidentemente in questo caso varia di uno il numero degli zeri o dei nove dopo la virgola che competono all' $1 \pm c$ voluto.

Finora ho ammesso che la pesata si facesse esclusivamente con pesi di ottone; talvolta occorrerà invece pesare con pesi di altra sostanza.

Sia d la densità del corpo, d' quella dell'ottone, e d'' quella dei nuovi pesi. Sarà, per uno stesso corpo, pesato colle due pesiere:

$$P_v = P_A \left(1 + p \frac{d' - d}{d d'} \right),$$

e

$$P_v = P_A \left(1 + p \frac{d'' - d'}{d' d''} \right);$$

e poichè :

$$\frac{d'' - d}{d d''} = \frac{d' - d}{d d'} + \frac{d'' - d'}{d' d''}$$

sarà :

$$P_v = P_A \left(1 + p \left\{ \frac{d' - d}{d d'} + \frac{d'' - d'}{d' d''} \right\} \right).$$

Il regolo servirà pure in questo caso, sommando cioè la correzione per il peso del corpo rispetto all'ottone, a quella dell'ottone rispetto ai novi pesi. Bisognerà leggere sempre il termine $\frac{d'' - d'}{d' d''}$ sulla scala II, e aggiungerlo se $d'' > d'$ e sottrarlo se $d'' < d'$.

Non è il caso di tener conto delle varie densità che hanno i diversi campioni d'ottone che possono costituire i pesi, tanto è piccola la loro influenza; ma quando si volesse tener conto anche di ciò, la regola su esposta fornirà il termine di correzione modificato, perchè le scale disegnate sullo scorrevole

raggiungono, come si è visto, da una parte 8,281 e dall'altra 8,471.

In fine è necessario tener conto della densità del corpo e dei pesi alla temperatura dello sperimento, e questa correzione talvolta raggiunge valori non affatto trascurabili; ma per questa il regolo non può servire.

Per chiarire le cose esposte, farò due esempj del modo di adoperare il regolo.

1.^o Si pesa un pezzo d'oro ($d = 19,3$), alla temperatura di 22° ed alla pressione di 755 mm.

$$P_v = P_a \left(1 + \frac{0,001293}{1,08074} \frac{755}{760} \frac{19,3 - 8,39}{19,3 \times 8,39} \right) = P_a 0,999919.$$

Col regolo calcolatore si fa coincidere il 755 col 22 delle scale III e V, a scorrevole rovesciato, e di fronte a 19,3 della VI si legge sulla IV il numero 19. A fianco alla linea contenente 19,3 è scritto 0,9999, quindi :

$$P_v = P_a 0,999919.$$

2.^o Si pesa un pezzo di sughero ($d = 0,2$) con pesi di ottone, e frazioni di grammo di alluminio ($d'' = 2,65$) nelle condizioni $H = 732$ mm, $t = 12^\circ$, ed il peso nell'aria è gr. 25,471.

I 25 grammi si correggono al modo solito, portando $t = 12$ sotto $H = 732$ e leggendo davanti a 0,2, sullo scorrevole diretto:

$$1 + c = 1,00582.$$

Il rimanente, gr. 0,471 si corregge col termine $1 + 0,00582$ relativo a sughero e ottone, diminuito di 0,000306 relativo a ottone e alluminio alle stesse condizioni.

Quindi :

$$P_v = 25 \times 1,00582 + 0,471 (1 + 0,00582 - 0,000306) = \text{gr. } 25,619.$$

Coi metodi ordinarii si sarebbe dovuto istituire il seguente calcolo :

$$\begin{aligned} P_v &= 25 \left(1 + \frac{0,001293}{1,04404} \frac{732}{760} \frac{8,39 - 0,2}{8,39 \times 0,2} \right) \\ &+ 0,471 \left(1 + \frac{0,001293}{1,04404} \frac{732}{760} \frac{2,65 - 0,2}{2,65 \times 0,2} \right). \end{aligned}$$

Da questi pochi esempi mi pare risulti evidente il grande risparmio che si può ottenere nel tempo necessario a calcolare cogli ordinarii metodi il numero $1 \pm c$, adoperando uno strumento assai semplice, l'uso del quale facilmente si ricorda.

Istituto fisico della R. Università di Roma.
Giugno 1896.

SOPRA UN FENOMENO CAPILLARE.

Nota del Dott. F. CAMPANILE.

In un lavoro di Johannes Gad ¹⁾ si legge: « Si riempia d'acqua un piccolo bicchiere di vetro e si immerga in esso il ramo più lungo di un tubo di vetro ricurvo, in modo che l'estremità del ramo corto, che guarda in basso e che sporge fuori del bicchiere, si trovi alcuni millimetri al di sopra del livello dell'acqua. Si scelgano le dimensioni del tubo in modo che esso, nella posizione indicata, si riempia per attrazione capillare fino all'apertura libera. Si tagli ora da un foglio di una sostanza non porosa una doccia, la quale sia affilata in punta alla sua estremità, che può essere introdotta nel tubo, e all'altra estremità si tagli in modo che essa sia a contatto con il piano, su cui poggia il bicchiere, quando la punta si pone nel tubo ».

« Se si inumidisce allora la doccia con l'acqua in modo da determinare un filo di liquido nell'angolo rientrante e se si pone la punta della doccia nel tubo, mentre l'altra estremità si poggia sul sostegno del bicchiere, questo comincia subito a vuotarsi attraverso la doccia sopra il piano ».

Lo Scimemi ²⁾, a cui sembrarono importanti le osservazioni di Gad, ripetette gli esperimenti.

Egli trovò, al contrario, moltiplicando anche in mille maniere la disposizione delle cose, e cambiando la superficie ba-

1) Gad Johannes. Arch. für Anat. und Phys. 1883. Phys. Abthlg, Suppl. Band, p. 69.

2) Scimemi E. Ann. d'Ott. Anno XXI, fasc. 2-3, Pavia.