

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCCXVII.

1920

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIX.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI
PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1920

Fisica. — *Sulla gravitazione.* Nota VI del Corrisp. Q. MAJORANA.

Perfezionamento nel controllo dei livelli del mercurio. — Il controllo dei livelli del mercurio rispetto all'involucro V ed alla sfera *m* è apparso, nel corso delle esperienze, se eseguito come è stato detto nella Nota precedente, alquanto difettoso. La prima causa di errore dipendeva dal fatto che, per quanto fosse lento il moto di efflusso o di deflusso del mercurio, e per quanto fossi pronto a tirare il cordoncino del rubinetto allo spegnersi ed allo accendersi delle lampadine, la chiusura di questo avveniva con alquanto ritardo. È vero che i due ritardi in media si compensavano, giacchè il livello superiore risultava alquanto più alto e l'inferiore alquanto più basso; ma in ciò poteva risiedere una causa di errore o di irregolarità dei fenomeni osservati. Una seconda causa, a cui non pensai dal principio, ma che si è appalesata come inevitabile nel corso delle esperienze, è la seguente:

Per quanto il mercurio sia originariamente pulito, finisce, alla lunga, per sporcarsi alquanto, e le impurità vengono a raccogliersi alla sua superficie. Tale fatto, che è tanto più notevole in quanto che si tratta di una quantità rilevante di quel liquido, è dovuto al dover esso attraversare ripetutamente lunghe connessioni di vetro, gomma, legno, ecc. Ma di preferenza le dette impurità vengono a galleggiare sul mercurio, quando esso trovasi al livello inferiore del vaso U; mentre, quando questo è completamente pieno, la superficie di detto metallo è di solito perfettamente specchiante. Avviene, in conseguenza di ciò, che il contatto dell'asticina P si interrompe alquanto in ritardo, cioè per un livello del mercurio inferiore al prestabilito; e l'inconveniente è causato da qualcuna di quelle impurità che forma una specie di ponte, più o meno lungo, fra l'asticina P ed il mercurio. Per contro, esso non si verifica per il contatto P'. Tutto ciò può dunque facilmente occasionare dissimetria di uno sino a due millimetri, fra i due livelli di mercurio rispetto al centro della sfera *m*.

Dopo aver cercato di eliminare variamente tale inconveniente, introdussi nell'apparecchio il seguente perfezionamento: Un galleggiante di piombo, K, verniciato con ceralacca e del peso di 300 gr., è portato da un filo di argentera di 0.2 mm. di diametro avvolto e fissato su di una gola della puleggia O di 10 cm. di diametro. Su di una seconda gola della stessa puleggia, è fissato, con filo simile, un secondo peso, alquanto minore, di 250 gr. La puleggia O appoggia, col suo sottile asse, sui bordi di altre quattro puleggie, come nel ben noto congegno della macchina d'Atwood.

L'affluire ed il defluire del mercurio costringono, per lo spostamento del galleggiante K, la puleggia O a ruotare di un angolo massimo di circa 120°.

L'asse della puleggia O porta un pezzo di ottone foggiato a spirale, e su di questo appoggia un leggero braccio elastico portante uno specchietto S', che così viene a ruotare di un certo angolo, pel passaggio del mercurio dall'uno all'altro livello. Le cose sono regolate in guisa che un raggio luminoso battendo su S' e venendo riflesso ai soliti 12 metri di distanza al posto di osservazione, si sposta di circa 80 cm. per lo scambio dei due livelli di mercurio; con ciò si può seguire, regolarmente e senza salti, il movimento del mercurio in U. La disposizione, che è realizzata con grande accuratezza, controlla i livelli del mercurio con tutta sicurezza, dentro 1 o 2 decimi di millimetro; essa consente inoltre di far arrestare il mercurio in qualsiasi punto intermedio della sua corsa, permettendo certe osservazioni sussidiarie, di cui sarà detto in seguito.

Indice luminoso della bilancia. — Nel posto di osservazione e di comando dell'esperienza, nel piano cioè del giogo della bilancia ed a 12 metri di distanza da questa trovasi, oltre gli altri congegni, una scala verticale graduata in millimetri, lunga 50 cm. Essa serve all'osservazione delle oscillazioni della bilancia, mediante il raggio di luce riflesso dallo specchio S (fig. 4) del giogo. La ragione della grande distanza di tutti questi congegni, dalla bilancia, risiede, oltre che nella opportunità di evitare così a questa scosse meccaniche o perturbazioni termometriche, nel fatto che in tal guisa rimane di molto accresciuta la sensibilità nelle letture di oscillazioni. Lo specchietto S è concavo, di circa 1 metro di fuoco; ed il raggio che lo colpisce è dato dalla luce opportunamente schermata, proveniente da una lampada elettrica $\frac{1}{2}$ watt, a corto filamento. Un tratto orizzontale di questo provoca la formazione di un'immagine ingrandita, ma con bordi sufficientemente netti, sulla scala a 12 metri. Particolari cure si sono avute per ottenere questo risultato: infatti è occorso scegliere lo specchio fra parecchi, prima di ottenere, in tali condizioni, la sufficiente nettezza dell'immagine. Inoltre, ottimi specchi si deformano talvolta, per la tensione generata dal mastice che li fissa alla montatura del giogo, in guisa da far perdere del tutto quella nettezza.

Non tutte le lampadine elettriche $\frac{1}{2}$ watt sono poi adatte allo scopo: il filamento della maggior parte di quelle che sono in commercio, oltre ad essere foggiato in sottil spirale, si sposta progressivamente per azione della gravità o di altra causa, quando è incandescente; con ciò si ha una ragione di più, di instabilità dello zero della bilancia, Avevo, per qualche tempo, provato ad adoperare filamenti di lampade Nernst, che, per la loro forma e rigidità, sembravano meglio prestarsi allo scopo; ma dovetti dopo vari tentativi, scartarli per un fatto che dappprincipio non sospettavo. E, cioè, essi appariscono tremolanti, in conseguenza delle correnti d'aria che si formano nella loro vicinanza. Il filamento della lampada $\frac{1}{2}$ watt non presenta tale

inconveniente; ma occorre che esso sia corto e rettilineo, al fine di evitare l'altro della progressiva sua deformazione.

Con tali avvertenze, alla distanza di 12 metri dalla bilancia, si può ancora apprezzare sulla scala millimetrata, ad occhio nudo o meglio con una lente di ingrandimento, e con sufficiente sicurezza, il decimo di millimetro di spostamento del raggio luminoso.

Perturbazioni calorifiche. — La bilancia descritta, con la sua custodia, è rivestita da un triplice involucro di grosso tessuto di pelo di camello, allo scopo di ridurre gli eventuali squilibri di temperatura fra i bracci del giogo. Squilibri nocivi non sono da temersi per la presenza o l'assenza del mercurio nel recipiente U. Infatti, ancorchè le particelle residue di aria, esistenti intorno alla sfera di piombo *m*, variassero di temperatura (e ciò per conduzione a traverso l'involucro V, il cuscinetto sferico di aria e l'altro involucro V'), tali variazioni sarebbero senza influenza apprezzabile.

Alla pressione, certamente non superiore ad un decimo di millimetro di mercurio, un grado centigrado produce una variazione di spinta, su *m*, 7600 volte più piccola che non a pressione ordinaria, e cioè:

$$\frac{4}{3} \cdot 3^3 \cdot \frac{0.0013}{273.7609} = \text{gr. } 0.000.000.71.$$

Ma un grado centigrado di squilibrio è cosa eccessiva; al più quello squilibrio può forse raggiungere $\frac{1}{10}$ di grado, il che farebbe una variazione di spinta di mg. 0.0001 circa, cioè dieci volte meno del limite di precisione ricercato. Effettivamente poi, ancorchè quello squilibrio si avesse a manifestare, non è probabile che nei cinque minuti primi, circa, del corso di una esperienza (vedi appresso) l'ambiente quasi vuoto, in cui si trova la sfera di piombo, abbia potuto cambiare di temperatura.

La stanza di esperimento, tenuta con le imposte chiuse, ha una temperatura che non varia, nel corso della giornata, per più di due gradi; nei mesi estivi, questa variazione è, per l'assenza dei caloriferi, ancora minore. Inoltre, anche per evitare perturbazioni maggiori, il posto di osservazione e di comando delle esperienze (situato, come più volte si è detto, a 12 metri dalla bilancia) si trova in una stanza separata: i raggi di luce del controllo dei livelli del mercurio e del giogo, vi arrivano attraverso una fenditura, praticata in uno spesso muro divisorio. Perturbazioni, per il lieve calore generato dalle due lampadine elettriche che formano i raggi luminosi riflessi dagli specchi S ed S', non sono da temersi; al più, può avere qualche lieve influenza il calore del raggio incidente su S, situato sul giogo; ma in ogni caso essa è assai regolare, e, con osservazioni incrociate, può con tutta sicurezza essere eliminata dal computo dei fenomeni da constatare.

Instabilità dello zero. — Quando tutto l'apparecchio è pronto a funzionare, si comincia ad equilibrare il giogo, regolando i pesi F (fig. 4) in

guisa che l'indice a lettura diretta, H, oscilli liberamente intorno allo zero. Poi si comincia a fare il vuoto, osservando sia H, sia l'indice luminoso a 12 metri. Si scorge sempre in tale operazione, un progressivo spostamento dello zero, dovuto, in massima parte, al non uniforme sprigionamento di vapori dalla superficie del giogo, della sfera e dei loro attacchi. Si segue tale fenomeno, cercando di riportare l'indice H a zero, col cavalierino; e quando, dopo qualche ora, si è riusciti in ciò, si lascia il giogo abbassato la pompa funzionante, possibilmente anche durante la notte. Dopo circa 24 ore, si osserva ancora lo zero e se ne correggono gli spostamenti; alla fine, esso acquista una posizione sufficientemente stabile, ma mai del tutto fissa. Osservando le oscillazioni della bilancia, si constata uno spostamento progressivo, di solito non inferiore a circa 5 mm. per ora, sulla scala a 12 metri, verso l'alto oppure verso il basso. Ciò è dovuto sia a variazioni dello stato superficiale del giogo, sia (e più probabilmente) a perturbazioni termometriche. Ma, così ridotta, la instabilità dello zero non ha alcuna influenza sulle misure.

Se il funzionamento della pompa viene interrotto, per ragioni di prudenza, nelle notti in cui non si lavora, ciò non deve mai accadere durante il corso delle osservazioni; basta infatti la variazione di pressione sino ai $\frac{7}{10}$ di mm. massimi, che l'apparecchio raggiunge se abbandonato a sè, per modificare anche di molto la posizione di riposo; ciò è una conseguenza di variazioni nello stato superficiale del giogo, piuttosto che nell'equilibrio delle varie spinte. Ora, per quanto si è detto, non è opportuno di lavorare con $\frac{7}{10}$ di mm. di pressione, potendo le variazioni di temperatura, indotte dalla presenza del mercurio in U, esercitare qualche influenza; per cui è sempre consigliabile, prima di iniziare una serie di esperienze, di mettere in funzione permanentemente la pompa già da qualche ora.

Perturbazioni sensibili sulla bilancia esercitano le scosse meccaniche. Quantunque il pavimento della stanza di esperimento sia costituito da solidissime volte reali, ed i muri del fabbricato sieno assai spessi, tremolii provenienti, più che altro, dalle vie cittadine circostanti, si trasmettono facilmente all'indice luminoso. Essi si palesano, di solito, con la sparizione della nettezza dei bordi dell'immagine; questi cominciano rapidamente ad oscillare con escursioni talvolta di 3 o 4 mm. Il fatto è di solito causato dal passaggio dei trams elettrici, o dei carri pesanti. Ora, tali scosse possono disturbare in diversa guisa le misure: nel caso meno sfavorevole, il giogo può perdere parte della sua energia cinetica, e le oscillazioni vengono più o meno smorzate. Questo fatto non avrebbe per conseguenza che la perdita della lettura immediatamente successiva. Ma avviene più facilmente che quelle scosse occasionino anche un sensibile spostamento della posizione di riposo della bilancia; ciò deve essere dovuto ad una modificazione dell'assetamento molecolare del giogo, o del modo di appoggio dei tre coltelli della bilancia.

La constatazione di tali fatti mi ha indotto a sperimentare, per le misure più delicate, nel corso della notte, dalle ore 1.30' alle 4.30', o nei giorni di sciopero generale (13, 14, 15 giugno; 20, 21 luglio 1919), quando cioè principalmente le scosse dei trams erano evitate.

Per terminare di dire della stabilità dello zero, avverto ancora che, data la grande sensibilità della bilancia (vedi appresso), non si debbono mai fare osservazioni comparative, alzando od abbassando il giogo alternativamente; anzi è opportuno di lasciar questo abbassato per più giorni, prima di cominciare le osservazioni stesse.

Sensibilità della bilancia. — Il carico della bilancia è di circa 1300 gr. per braccio, ed occorre accrescere al massimo la sua sensibilità. Ora, a braccia scariche si può raggiungere facilmente, regolando il centro di gravità del giogo, una sensibilità di circa 10 parti della scala a lettura diretta, per mg; a ciò corrisponde uno spostamento del raggio luminoso riflesso, a 12 metri, circa 60 volte maggiore, cioè di circa 500 mm. Ma, a braccia cariche, sia per difetto costruttivo, sia per la deformazione del giogo, la sensibilità rimane di molto ridotta. Rialzando alquanto, in tali condizioni, il peso a vite che si trova infilato sull'indice della bilancia, si può di nuovo aumentare la sensibilità: ma non conviene riportarla al valore suddetto, perchè altrimenti le oscillazioni di quella diventano troppo lente; mi sono quindi accontentato di circa 200 a 300 mm. per mg. Se allora si scaricano nuovamente le braccia della bilancia, staccando le due sfere m ed m' , essa rimane folle, la qual cosa non ha importanza. Col carico delle sfere m ed m' , la durata delle oscillazioni semplici è di circa 70"; ma, dopo aver abbassato il giogo, la sensibilità non rimane costante; essa va anzi diminuendo col tempo, insieme con la durata delle oscillazioni. Così, dalle più recenti osservazioni da me fatte, ricavo la seguente tabella:

Giogo abbassato alle ore 9,30' del 16 luglio 1919:

Data	Ora	Durata d. oscillaz.	Sensibilità p. mg.
16 luglio	9,40'	62"	mm. 322
" "	17,25'	57"	" 225
17 "	4,35'	55"	" 182
19 "	17,45'	50"	" 175
20 "	11,50'	50"	" 171
20 "	18,0'	49"	" 172
21 "	17,0'	49"	" 171

Dalla quale si rileva che la sensibilità, dopo essere caduta da 322 a 182 in circa 30 ore, è rimasta presso a poco costante, per gli altri quattro giorni. Per cui, occorre lavorare a giogo abbassato da almeno 24 ore, per mantenere le condizioni di sensibilità all'incirca costanti.

Da quanto precede risulta che, in ogni modo, si deve controllare sovente, nel corso delle esperienze, il valore della detta sensibilità. Non conviene però turbare l'andamento delle oscillazioni, con l'entrare sovente nella stanza della bilancia, ed ancora più col manovrare il congegno del cavalierino o, peggio, quello per il rialzo del giogo. Ho preferito quindi determinare spesso la sensibilità, servendomi dell'effetto newtoniano diretto, di una certa quantità di mercurio nel vaso U. Si comprende infatti che, se questo non è completamente pieno, si crea una dissimmetria nella posizione di quel liquido, rispetto alla sfera di piombo m , e, in conseguenza, una certa forza agente su questa, che si può *a priori* calcolare. Tale forza è massima quando il recipiente U è riempito solo fino a metà: il che si controlla sia con la terza lampadina, sia col raggio riflesso dallo specchio S'.

Ora, l'espressione della forza newtoniana occasionata dalla massa di mercurio così ridotta, come sarà stabilito in seguito, è data da

$$F = \pi k m \varrho (2a + 2R - 2\sqrt{a^2 + R^2} - r),$$

dove k è la costante di attrazione universale; m , la massa della sfera di piombo; ϱ , la densità del mercurio; a la mezza altezza del cilindro di mercurio che sarebbe contenuto nel vaso U, se pieno; R il suo raggio; ed r il raggio dell'involucro V (fig. 4). Si ha ora:

$m = 1274$ gr.; $\varrho = 13.60$; $a = 10,585$ cm.; $R = 10,925$ cm.; $r = 3,95$ cm.; ed essendo $k = 6,68 \cdot 10^{-8}$, si ha:

$$F = 0,0319 \text{ dine} = 0,0326 \text{ mg.}$$

Se la sensibilità della bilancia è di 171 millimetri per milligrammo, l'effetto di metà della massa di mercurio, corrisponde a

$$0,0326 \cdot 171 = 5,57 \text{ mm.}$$

Osservazioni numeriche, che per brevità non riporto, confermano l'esattezza di questo valore, almeno dentro la prima cifra decimale.

Questo metodo di controllo della sensibilità si è appalesato sufficientemente approssimato per lo scopo delle presenti ricerche, e, in ogni caso, più rapido e sicuro del consueto, fondato sull'uso del cavalierino. Incidentalmente osservo che il metodo può anche servire, come quello della bilancia di Cavendish, per la determinazione della costante newtoniana. È però da osservare che, forse, il risultato non debba in ogni caso corrispondere alle previsioni teoriche, in conseguenza dell'effetto di schermo della massa di mercurio, sottostante alla sfera di piombo, sulla gravità: tale effetto, la cui constatazione è lo scopo delle presenti ricerche, esiste realmente, come farò vedere in seguito. In sostanza, così operando, il valore osservabile per F risulta alquanto più piccolo; ma, se mai, si tratta di una piccola differenza inferiore ai 2 o 3 decimi di divisione, che non può turbare di molto le

determinazioni di sensibilità. Comunque, il metodo di determinazione della sensibilità, fondato su tale azione newtoniana, dà risultati ottimi, potendosi confrontare, sperimentalmente ed una volta tanto, questi con quelli che si ottengono servendosi del cavalierino.

Possibili fughe di aria ed azioni meccaniche. — In sul principio delle mie ricerche, una causa frequente di perturbazione era costituita da lievissime fughe di aria nell'interno della bilancia. Di esse, per dire il vero, non mi potevo accorgere se non col fatto della mancanza di tenuta del vuoto, quando veniva fermata la pompa. L'artificio del doppio involucro $V V'$, fu anche adottato, in vista di eliminare la maggiore azione perturbatrice che le fughe stesse esercitano sulle misure. Infatti, se avessi adoperato solo un involucro, sul quale il mercurio sarebbe venuto ad adagiarsi, le eventuali falle si sarebbero otturate, durante la presenza del liquido, per riaprirsi a mercurio rimosso. L'ingresso di aria avrebbe turbato così la posizione di riposo della bilancia periodicamente, inducendo in grave errore nell'apprezzamento dei fenomeni. Col doppio involucro, questo inconveniente è completamente eliminato; d'altronde, quando arrivai a trovare il modo di masticiare quasi perfettamente l'esterno della custodia della bilancia, ogni pericolo di ingresso di aria venne eliminato.

Ma il doppio involucro $V V'$ ha un'altra funzione importantissima: di rendere cioè completamente indipendente il sistema *bilancia, sfera m, involucro V*, dall'altro *recipiente U, involucro V*. Avevo, al principio delle esperienze, connesso rigidamente i due tubi N e T ; mi ero poi assicurato che l'apporre dei pesi (sino a 200 kg.) nelle vicinanze dei piedi di U , non portava alcuna perturbazione allo zero della bilancia; per cui ritenni che questo non potesse venire spostato, per azione statica del peso del mercurio. In ciò fui confortato da un inesatto apprezzamento: pensavo cioè che, anche nel caso in cui il peso del mercurio avesse costretto il giogo ad abbassarsi per trazione del tubo D , ciò sarebbe stato senza influenza sulla posizione di riposo dell'indice luminoso sulla scala a 12 metri, giacchè il giogo, libero di oscillare, non avrebbe potuto cambiare di posizione angolare. Dovetti però, in seguito, riconoscere per esatta questa seconda parte del mio giudizio, non la prima. Infatti, la posizione dell'indice luminoso non sarebbe cambiata, se lo specchietto S , destinato a riflettere la immagine del filamento luminoso, fosse stato piano. Ma, come è facile riconoscere, uno specchietto concavo, simile a quello da me adoperato, trascina con sè l'immagine luminosa reale da esso formata, se esso si sposta parallelamente a sè stesso e normalmente al suo asse ottico. Ora, benchè i pesi posti sul pavimento non esercitassero alcuna influenza sull'indice luminoso, dovetti, nell'aprile scorso, constatare che il mercurio costringeva il fondo del recipiente U a deformarsi, abbassandosi per circa 2 decimi di millimetro, al centro. Questo spostamento, trasmettendosi alla bilancia attraverso il tubo D , mi aveva indotto in un

apprezzamento errato: che cioè il peso della sfera di piombo venisse a crescere per la presenza del mercurio. Le osservazioni erano così concordanti, e la causa dello apparente aumento di peso così delicata e nascosta, che, non sospettandola affatto, non esitai ad annunziare allora il risultato delle esperienze in quel senso. In seguito, essendomi accorto dell'errore, lo eliminai completamente, togliendo qualsiasi connessione meccanica tra il serbatoio di di mercurio U e la bilancia. Rimaneva il dubbio che una azione più piccola si potesse trasmettere dal pavimento sostenente il mercurio e la bilancia, attraverso il muro e la mensola L (fig. 4). Ma accurate ricerche, scartarono del tutto questa possibilità. Così pure è da escludere qualsiasi influenza della varia posizione del mercurio, sulla stabilità delle lampadine di proiezione, illuminanti gli specchi S ed S'.

Metodo di osservazione. — Passo ora a descrivere il metodo adottato per l'osservazione dell'azione del mercurio sulla sfera *m*. Dirò anzitutto che, per determinare la posizione di riposo della bilancia, ho adottato il comune metodo della lettura di un numero dispari di posizioni estreme delle oscillazioni del suo giogo, e propriamente tre. Non conviene scegliere un numero maggiore, dovendo rendere il ciclo delle varie osservazioni il più rapido possibile. L'indice luminoso del giogo raramente apparisce in riposo; ma, se ciò accadesse, esso comincia ad oscillare, non appena si provoca uno spostamento del mercurio contenuto nel recipiente U; ciò in conseguenza del manifestarsi di forze newtoniane. L'ampiezza massima delle escursioni, così provocata, può essere di circa 5 millimetri.

Come già si disse, per inevitabili variazioni di temperatura, la posizione di riposo della bilancia si va continuamente spostando, sulla scala verticale, e ciò ora in basso, ed ora in alto; ma questo fatto si svolge con grande lentezza, e abbastanza regolarmente. In ogni modo, volendo studiare l'azione della presenza del mercurio, è bene procedere con una certa rapidità al fine di poter ritenere che la variazione dello zero sia, nel corso di tre serie di osservazioni consecutive, sensibilmente lineare. Così, osservando prima la posizione di riposo dell'indice luminoso *senza* mercurio, poi *con* mercurio, poi di nuovo *senza*, si fa in seguito la media fra la prima e la terza osservazione, e poi la differenza fra questa media e la seconda osservazione.

Per ridurre al minimo il tempo intercedente fra le singole osservazioni, occorre far sì che il mercurio fluisca piuttosto rapidamente dal recipiente U ai sei serbatoi, e viceversa. E, perchè ciò avvenga, ho accresciuto sino a circa 2 cm. il diametro del tubo adduttore del mercurio, onde diminuire la resistenza al passaggio di questo, ed arrivare a poter compiere quella operazione in circa tre minuti primi. Siccome la durata di ciascuna oscillazione semplice è di circa un minuto primo, così occorrono circa due minuti per le tre letture necessarie alla determinazione di una posizione di riposo. In tutto, ciascuna serie di operazioni, cioè afflusso del mercurio (o deflusso) e tre let-

ture di oscillazioni, richiede circa cinque o sei minuti primi. Una determinazione dell'effetto della presenza del mercurio si fa, dunque, in circa quindici minuti primi. Ma, di solito, non è bene limitare le osservazioni ad una sola determinazione; ed ho infatti sempre preferito continuare le osservazioni per due o tre ore di seguito, facendo fluire o defluire alternativamente il mercurio nel o dal recipiente U. Tali osservazioni sono fatte mentre si controllano dallo stesso posto di osservazione, a 12 metri dalla bilancia e senza mai rientrare nella stanza di questa, le posizioni degli indici luminosi del giogo e del congegno per i livelli del mercurio, ed inoltre manovrando a suo tempo la cordicella per il tiro del rubinetto.

Ciascuna serie va iniziata dopo che il giogo è stato abbassato da almeno 24 ore, e che la pompa abbia lavorato tranquillamente e senza scosse, da più ore; come si è detto, occorre scegliere per ciò i periodi di assoluta tranquillità: la notte od i giorni di sciopero generale (sotto tal riguardo utili).

Va ora notato che le letture di oscillazioni *con* o *senza* mercurio, debbono essere iniziate regolarmente ad intervalli di tempo costanti. Se non si adottasse tale avvertenza, si potrebbe incorrere in grave errore, causato dall'incostanza della posizione di riposo. Supponiamo infatti, come realmente avviene nella mia disposizione, che il tempo impiegato ad aspirare il mercurio sia più breve di quello necessario perchè vi rientri. Suppongo inoltre, per un momento, che l'azione ricercata del mercurio, sul peso della sfera di piombo, manchi del tutto; e che inoltre lo zero della bilancia si vada spostando sulla scala verticale dalla cifra 0 verso 500, cioè verso il basso. Procedendo alle letture di oscillazioni, subito dopo che il livello del mercurio sia stato raggiunto, avviene che il tempo t_1 , fra l'osservazione *con* mercurio, e la seguente *senza* mercurio, è più breve del successivo tempo t_2 fra *senza* mercurio e *con* mercurio. Diciamo $C_1, S_2, C_3, S_4, C_5, S_6, \dots$ le successive determinazioni delle posizioni di riposo, fatte *con* o *senza* mercurio; se v rappresenta la velocità costante di spostamento dello zero della bilancia, si vede facilmente che

$$\frac{C_1 + C_3}{2} - S_2 = C_3 - \frac{S_2 + S_4}{2} = \frac{C_3 + C_5}{2} - S_4 = \dots = v \frac{t_2 + t_1}{2} :$$

cioè la posizione di riposo con mercurio apparisce sempre più in basso di quella senza mercurio; l'esperienza induce così nell'apprezzamento di un falso effetto. Il rovescio accadrebbe se $t_2 < t_1$, oppure se il moto dello zero della bilancia fosse diretto verso l'alto.

Tutto ciò non può accadere se $t_1 = t_2$; la quale condizione è facile a realizzare, servendosi di un cronometro nelle letture delle oscillazioni. In pratica, siccome l'indice luminoso oscilla regolarmente (salvo lievissimi impulsi impressi al giogo dall'azione newtoniana del mercurio saliente o discendente

nel recipiente U), basta, pur guardando il cronometro per controllo, iniziare ciascun gruppo di letture, dopo un numero determinato e costante di oscillazioni semplici: a seconda dei casi, io ho fissato questo numero a 7 od 8. Si potrebbe per altro obiettare che gli impulsi suddetti, manifestandosi differentemente nelle due fasi di movimento del mercurio, occasionino differenze fra le durate di oscillazioni successive. Ora, di fatto ciò non avviene in misura sensibile; ma, del resto, l'errore che ne deriverebbe, verrebbe eliminato con più serie di osservazioni, fatte con zero della bilancia ora ascendente, ora discendente. Ciò si ottiene a caso, giacchè non si possono predisporre a volontà, le perturbazioni termometriche che occasionano tal movimento dello zero.

Fisiologia. — *Ricerche sulla ghiandola salivare posteriore dei cefalopodi. III: Indipendenza dell'attività secretiva dalla presenza di ossigeno libero.* Nota del Corrisp. FIL. BOTTAZZI.

Fino a pochi anni or sono è stato accettato come dogma il principio che l'ossigeno libero sia indispensabile allo svolgimento di qualsiasi attività funzionale.

Una più minuta analisi sperimentale dell'attività muscolare, però, ha messo in chiaro il fatto sommamente importante, che, in questo caso, l'ossigeno propriamente non è indispensabile alla funzione contrattile (i muscoli possono continuare a contrarsi per parecchio tempo in ambiente del tutto privo di ossigeno libero), ma alla restaurazione della capacità funzionale del tessuto, il quale, in assenza di ossigeno, finisce sempre, dopo un certo tempo, per presentare i fenomeni della fatica: restaurazione, durante la quale avviene la ossidazione dell'acido lattico formatosi durante l'attività. Scissa la funzione muscolare in almeno due processi successivi distinti, per quanto intimamente fra loro connessi (la contrazione propriamente detta, e la restaurazione del muscolo nello *status quo ante*), si è visto che l'ossigeno è necessario, non perchè possa svolgersi il primo processo, ma per il secondo. Infatti il consumo di ossigeno, la neoformazione di acido carbonico e gran parte della produzione di calore non coincidono con l'atto della contrazione, ma seguono ad esso, e talora si prolungano per un tempo variabile dopo che la contrazione si è compiuta. Con l'atto della contrazione coincide una piccola produzione di acido carbonico e di calore, che non dipende da processi ossidativi, e quindi non occorre qui prendere in esame.

Per quanto riguarda le ghiandole, il principio dianzi accennato della indispensabilità dell'ossigeno continua ad essere accettato da tutti i fisiologi indistintamente. Infatti, la conclusione generale che si può trarre dalle più