

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCXCVIII.

1901

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME X.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1901

Fisica. — *Intorno ad una microbilancia idrostatica ed al suo uso per la misura di piccole forze.* Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

In una Nota precedente (Rendiconti dell'Acc. dei Lincei, IX, 2, 1900) indicai come l'areometro a immersione totale, inclinazione variabile e riflessione, possa servire utilmente per determinare il peso nell'acqua o in altri liquidi e la densità di minime quantità di un solido, con una esattezza molto maggiore di quella ottenibile in un simile caso colle solite bilance di precisione. Essendo soppresso il filo di sospensione parzialmente immerso, viene soppresso altresì l'errore causato dalla tensione superficiale del liquido attorno ad esso filo; essendo molto piccolo il peso apparente dell'areometro e quindi la pressione che esso esercita sul piano d'appoggio, diventa affatto minimo il relativo attrito, il quale viene anche diminuito perchè il liquido interposto fra le punte e il piano d'appoggio ne diminuisce l'aderenza ed agisce come lubrificante; finalmente l'azione della spinta rende meno sensibili le imperfezioni del coltello, o delle punte, e del piano d'appoggio.

In tale Nota non tralasciai d'osservare che l'areometro, originariamente destinato alla determinazione della densità dei liquidi, è molto sensibile alle variazioni della densità dell'acqua causate da quelle della sua temperatura, e che per effetto di queste la posizione d'equilibrio dell'areometro varia continuamente, con una rapidità tanto maggiore quanto maggiori sono la sua sensibilità e la variabilità della temperatura suddetta.

Si possono bensì rendere minime o nulle, nei modi soliti, le variazioni della temperatura dell'acqua; si possono correggere gli effetti di queste variazioni mediante osservazioni successive ed alternate ad intervalli di tempo uguali o noti; finalmente si può evitare l'effetto di queste variazioni facendo uso di due areometri uguali, contigui, ed osservando le deviazioni che i pesi noti e quelli da determinare producono in uno di essi rispetto all'altro, poichè le suddette variazioni agendo quasi ugualmente su entrambi gli areometri non fanno variare che in piccol grado la loro posizione relativa. Tuttavia questi metodi complicano più o meno l'apparecchio e l'operazione che si deve eseguire, e se la sensibilità o la variabilità della temperatura sono molto grandi, il continuo variare dell'inclinazione dell'areometro può rendere la determinazione alla temperatura ambiente, molto incerta, molto penosa o anche del tutto impossibile.

La suddetta azione della temperatura è evitata completamente senza che riescano più complicati nè l'apparecchio, nè l'operazione, quando l'areometro sia costruito in modo che il suo centro di spinta e quindi anche quello

di gravità, nella posizione d'equilibrio si trovino sulla verticale passante per il punto d'appoggio; allora l'apparenza dell'areometro ed il suo modo di funzionare non differiscono essenzialmente da quelli della bilancia, ma siccome persistono le condizioni vantaggiose sovraccennate mentre è evitato l'inconveniente suddetto, la precisione di cui è suscettibile questo nuovo strumento, che indicherò col nome di microbilancia idrostatica, è grandemente aumentata.

Fra le molte forme d'areometro che avevo sperimentato ma che avevo creduto inutile di descrivere nella Nota citata, trovavansi anche areometri che soddisfacevano alla condizione ora accennata; ma alcune esperienze, eseguite certamente in condizioni non buone, ed una considerazione superficiale del loro modo di funzionare m'avevano indotto a credere che, a pari sensibilità, i primitivi areometri fossero più stabili, meno sensibili alle imperfezioni della costruzione che non questi ultimi, i quali ad ogni modo richiedevano uno studio ulteriore.

Cercai dapprima di evitare questa supposta instabilità usando areometri in forma di pendolo rigido, nei quali il centro di gravità e quello di spinta si trovavano distanti circa 1 metro, al disopra o al disotto, dal punto d'appoggio ed il peso era equilibrato quasi completamente dalla spinta; ma sebbene questi pendoli possano riuscire utilissimi per la misura di piccole forze, specialmente se esse agiscono in direzione orizzontale, essi non erano certo nè adatti, nè comodi per lo scopo che mi proponevo.

In seguito considerata meglio la teoria dello strumento trovai utile che il centro di spinta coincida o sia vicinissimo al punto d'appoggio.

Sia A questo punto, o in generale la proiezione dell'asse d'inclinazione dell'areometro sul piano della figura che suppongo verticale, B e C il centro di gravità e quello di spinta (o le loro proiezioni), sia $AB = L$, $AC = L'$, siano φ e φ' gli angoli della AB e della AC colla verticale, e P e Q il peso dell'areometro e la spinta che esso subisce. Suppongo inoltre che B e C si trovino al disotto di A e che sia $P > Q$, sebbene i risultati con poche ed ovvie modificazioni di segno possano servire per tutti i casi; considero inoltre come positivi i momenti che agiscono nello stesso senso di P.

Perchè l'areometro appoggiato sul punto o asse A sia in equilibrio, dovrà essere:

$$PL \operatorname{sen} \varphi = QL' \operatorname{sen} \varphi'$$

Se sull'areometro viene ad agire un momento μ , esso devierà d'un angolo α e per l'equilibrio nella nuova posizione dovrà essere:

$$\mu + PL \operatorname{sen} (\varphi - \alpha) = QL' \operatorname{sen} (\varphi' - \alpha)$$

e dividendo questa uguaglianza per la precedente e per $\operatorname{sen} \alpha$, si avrà:

$$\frac{\mu}{PL \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \alpha} + \frac{\operatorname{sen} (\varphi - \alpha)}{\operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \alpha} = \frac{\operatorname{sen} (\varphi' - \alpha)}{\operatorname{sen} \varphi' \operatorname{sen} \alpha}$$

ossia:

$$\frac{\mu}{PL \operatorname{sen} \varphi \operatorname{sen} \alpha} + \cot \alpha - \cot \varphi = \cot \alpha - \cot \varphi'$$

ossia:

$$\mu = \frac{\operatorname{sen}(\varphi' - \varphi)}{\operatorname{sen} \varphi'} PL \operatorname{sen} \alpha = \frac{\operatorname{sen}(\varphi' - \varphi)}{\operatorname{sen} \varphi} QL' \operatorname{sen} \alpha = K \operatorname{sen} \alpha$$

ossia i momenti che agiscono sull'areometro sono proporzionali ai seni delle deviazioni che essi vi producono; il momento μ rappresenta anche la reazione che oppone l'areometro alla sua deviazione di un angolo α .

La deviazione prodotta dal momento 1, ossia la sensibilità media, è data da:

$$\frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{\operatorname{sen} \varphi'}{PL \operatorname{sen}(\varphi' - \varphi)} = \frac{\operatorname{sen} \varphi}{QL' \operatorname{sen}(\varphi' - \varphi)}.$$

Se $\varphi' < \varphi$ (in generale se la AB che passa per il centro di gravità è al disopra della AC che passa per il centro di spinta) l'equilibrio è instabile.

Supponiamo che mentre l'areometro per l'azione del momento μ è deviato d'un angolo α e si verifica la precedente condizione d'equilibrio, la densità del liquido per effetto d'una variazione di temperatura divenga $1 + \delta$ e la spinta $Q(1 + \delta)$, la deviazione dell'areometro cambierà, ma potremo ricondurla ad essere quella di prima coll'aggiunta di un momento μ_1 che servirà di misura dell'azione perturbatrice della temperatura, e la nuova condizione d'equilibrio sarà:

$$\mu + \mu_1 + PL \operatorname{sen}(\varphi - \alpha) = QL'(1 + \delta) \operatorname{sen}(\varphi' - \alpha)$$

donde tenendo conto della precedente condizione:

$$\mu_1 = Q\delta L' \operatorname{sen}(\varphi' - \alpha).$$

Potremo quindi render minima o nulla l'azione perturbatrice suddetta rendendo piccoli Q e δ ciò che non sempre è possibile o comodo, ma specialmente costruendo l'areometro in modo che siano piccoli o nulli L' e φ' . Il rendere nullo φ' o $\varphi' - \alpha$ non sarebbe sufficiente, a meno di ricondurre sempre l'areometro a quella inclinazione tale che il centro di spinta si trovi sulla verticale passante per il punto d'appoggio, e quindi sia $\varphi' - \alpha = 0$ ciò che renderebbe più lunga e più difficile l'operazione e priverebbe dell'utilità della formula fondamentale.

Se $\varphi' = 0$ e quindi anche $\varphi = 0$ come avviene nella microbilancia e nei pendoli idrostatici sopracitati, la relazione fra i momenti e le deviazioni diviene indeterminata, però in questo caso la condizione primitiva d'equilibrio ci dà:

$$\frac{\varphi'}{\varphi} = \frac{PL}{QL'} \quad \frac{\varphi' - \varphi}{\varphi'} = \frac{PL - QL'}{PL}, \quad \mu = \frac{\varphi' - \varphi}{\varphi_1} PL \operatorname{sen} \alpha$$

si ha quindi:

$$\mu = (PL - QL') \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{PL - QL'}$$

ossia la sensibilità è in ragione inversa della differenza dei momenti esercitati dal peso e dalla spinta per una stessa deviazione qualsiasi; la posizione d'equilibrio stabile dell'areometro non soggetto ad altre forze è la stessa come se il momento minore non agisse.

Queste relazioni possono anche scriversi identicamente:

$$\mu = [(P - Q)L + Q(L - L')] \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{(P - Q)L + Q(L - L')}$$

$$\mu = [(P - Q)L' + P(L - L')] \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{(P - Q)L' + P(L - L')}$$

donde risulta che ad aumentare la sensibilità giova il diminuire di Q ed L, oppure di P ed L', ed inoltre il diminuire di P - Q peso apparente dell'areometro nell'acqua ed il diminuire di L - L' distanza dal centro di gravità dal centro di spinta. Tre casi notevoli sono i seguenti:

1°. $L = L'$ ossia il centro di gravità coincide con quello di spinta, l'areometro si comporta come se essendo nell'aria fosse costruito con un materiale così leggero che il suo peso fosse P - Q, rimanendo immutato il centro di gravità; le relazioni suddette danno:

$$\mu = (P - Q)L \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{(P - Q)L}$$

2°. $P = Q$, il peso dell'areometro è uguale alla spinta, in questo caso si ha:

$$\mu = (L - L')P \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{P(L - L')}$$

la sensibilità sarà tanto maggiore quanto più vicini sono i centri di gravità e di spinta e quanto minore è il valore comune del peso e della spinta.

3°. $L' = 0$ il centro di spinta dell'areometro coincide col punto d'appoggio, come si richiede per annullare l'azione della temperatura. In questo caso:

$$\mu = PL \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\operatorname{sen} \alpha}{\mu} = \frac{1}{PL}$$

apparentemente come se l'areometro si trovasse in bilico nell'aria.

Giova dimostrare che anche in questo caso, non solo la spinta agisce per diminuire il peso apparente dell'areometro e quindi l'attrito sul piano d'appoggio, ma essa agisce anche rendendo più piccoli gli errori che potrebbero esser causati dalle imperfezioni del coltello o delle punte d'appoggio e da quelle del piano pure d'appoggio. Se, difatti, per effetto di queste imperfezioni o anche per effetto d'un grano di pulviscolo, il punto d'appoggio

dell'areometro precedentemente in equilibrio, venisse a spostarsi lateralmente di una lunghezza ε (gli spostamenti verticali non alterano il valore dei momenti e non influiscono sull'equilibrio) l'equilibrio sarà distrutto perchè il momento esercitato da P avrà variato di $P\varepsilon$, quello esercitato da Q di $Q\varepsilon$, e per mantenere, l'equilibrio dovremo aggiungere un momento μ_2 uguale e contrario a $(P - Q)\varepsilon$ che misura l'errore causato dallo spostamento suddetto. Se invece l'areometro di peso P fosse in bilico nell'aria, uno spostamento laterale ε del punto d'appoggio causerebbe una variazione del momento esercitato da P ossia un errore uguale a $P\varepsilon$, e se alle estremità del giogo come nelle solite bilancie fossero appesi dei piatti carichi di peso P' e P'' , l'errore suddetto sarebbe $\varepsilon(P + P' + P'')$. Appare chiaro che questo errore nel caso della microbilancia è minore, e può esser reso piccolo quanto si vuole.

Inoltre, siccome per quanto accuratamente sia costruito il taglio del coltello mediano d'una bilancia, esso differirà sempre più o meno da una linea retta matematica, e da una superficie cilindrica di raggio minimo costante, ne risulta che nel deviare del giogo per l'azione d'un momento, il fulcro cambierà posizione e la nota relazione fra i momenti e le deviazioni non sarà rigorosamente applicabile, mentre nel caso della microbilancia, i suddetti spostamenti produrranno errori più piccoli e la suddetta relazione sarà quindi più esattamente applicabile.

Finalmente è utile determinare l'errore che può causare l'attrito del coltello o punto d'appoggio del giogo e dei piattelli. Il primo è evidentemente determinato dal momento, sia p. es. μ_3 , al quale può fare equilibrio. Per determinare il secondo, sia P il peso d'un piattello colla sua carica, l'attrito impedisce che il centro di gravità si disponga esattamente sulla verticale passante per esso punto di sospensione dalla quale si discosterà d'una lunghezza ε_1 , e quindi il valore dell'attrito sarà per es. $\mu_1 = P\varepsilon_1$ ed il momento del piatto sul giogo, se L è il braccio della bilancia, sarà non PL ma $P(L \pm \varepsilon_1)$ e l'errore che ne risulterà sarà un momento $P\varepsilon_1$, che d'altra parte fa equilibrio all'attrito e serve a misurarlo. Appare quindi che l'errore causato dall'attrito delle sospensioni dei piattelli è dello stesso ordine di grandezza di quello del coltello mediano, solo che questo sopportando il peso del giogo e dei due piattelli, a parità delle altre condizioni subirà un maggiore attrito.

Da quanto precede risultano le seguenti norme per la costruzione della microbilancia. 1°. Il centro di spinta si deve trovare sulla perpendicolare alla congiungente i punti d'appoggio ed all'asse del giogo ($\varphi' = 0$). 2°. Esso deve essere vicino tanto quanto è possibile ad essa congiungente ($L' = 0$). 3°. Il centro di gravità deve anche trovarsi sulla perpendicolare suddetta ($\varphi = 0$). 4°. La sua distanza dalla congiungente i punti d'appoggio dev'essere tanto minore quanto maggiore è la sensibilità richiesta. 5°. La differenza fra il peso e la spinta dev'essere tanto piccola quanto è possibile

(compatibilmente colla comodità dell'operazione, perchè se tale differenza è troppo piccola, riesce difficile far stare a posto il giogo che obbedisce ai più piccoli impulsi). 6°. Il modo di sospensione o d'appoggio dei piattelli dev'essere così accurato come quello del giogo.

Riesce molto facile di soddisfare a queste condizioni; la 1^a e la 3^a sono già soddisfatte approssimativamente come conseguenza d'una costruzione simmetrica; inoltre è facile ottenere che l'areometro nell'aria si disponga

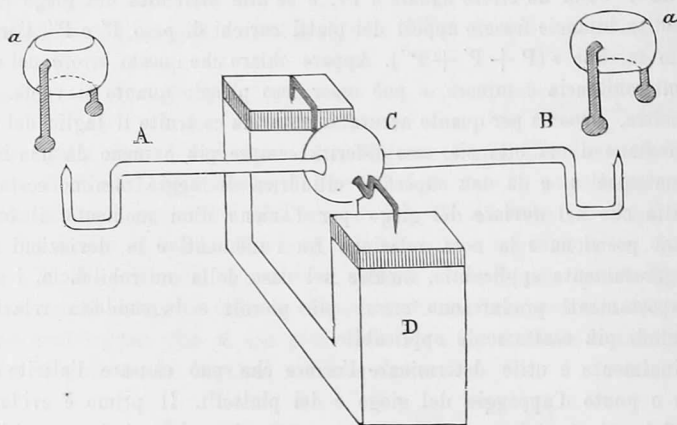


FIG. 1.

col giogo orizzontale e quindi sia $\varphi = 0$, e che abbia la sensibilità voluta; si dispone quindi l'areometro nell'acqua, se il giogo si mantiene orizzontale si ha anche $\varphi' = 0$, se s'inclina bisogna gonfiare l'estremità del giogo che rimane più bassa, (o fissarvi una bolla) ciò non sposta il centro di gravità ma bensì quello di spinta.

Le microbilancie da me adoperate hanno all'incirca la forma rappresentata nella figura.

Un'asta o tubo di vetro AB di 2 a 3 mm. di diametro, lunga da 8 a 40 cm., ha nel suo mezzo una bolla C di grandezza conveniente la quale alle estremità di un diametro perpendicolare all'asse del tubo è munita di due astine di vetro ricurve ad Ω , colle estremità libere affilate, arrotondate mediante fusione, e terminanti presso il prolungamento del diametro stesso. Questo tubo che fa l'ufficio di giogo di bilancia riposa colle estremità suddette sulle due parti d'un piano D della forma usata nelle comuni bilancie, cioè con un intaglio o scanalatura nella quale sta e può liberamente oscil-

lare la parte media del giogo. Questo è zavorrato convenientemente, sia con pallini contenuti nel suo interno e fissati con cera, sia con pezzetti di piombo fissati all'esterno con mastice, in modo da avere la stabilità e la sensibilità opportuna. Come ho già accennato, in una microbilancia ben costruita il giogo deve disporsi in equilibrio orizzontalmente tanto nell'aria che nell'acqua, ed avere in entrambe la stessa sensibilità. La bolla C può anche mancare se il giogo è abbastanza leggero e se le punte e il piano d'appoggio non sono troppo imperfetti. Se il giogo fosse di vetro pieno, il suo centro di spinta coinciderebbe con quello di gravità e la voluta sensibilità si potrebbe ottenere sia allontanando questo doppio centro dalla linea d'appoggio, sia abbassando la posizione dal centro di gravità con un minuscolo pezzetto di piombo, fissato al disotto del giogo.

Il sostegno D era formato, ora da un piccolo parallelepipedo di legno duro, verniciato, convenientemente incavato, ora da una lamina d'ottone di 1 a 2 mm., di spessore, piegata ad U e colle estremità superiori piegate orizzontalmente. Però in entrambi i due casi piani su cui appoggiano le due punte del giogo erano di vetro da specchi, fissato con ceralacca e premuto con una lamina piana, mentre la ceralacca era ancor molle, dimodochè le due parti si disponessero nello stesso piano. È necessario osservare minutamente questo vetro per assicurarsi che la sua superficie non sia difettosa; essa presenta non di rado una serie di solchi paralleli dovuti alla lavorazione. La perfezione delle immagini ottiche che essa può fornire non è un indizio sufficiente; alcune strie o imperfezioni qualsiasi se di area molto limitata non pregiudicano sensibilmente alla bontà di esse immagini, formate dall'insieme dei raggi riflessi da tutta la superficie, mentre possono porre ostacolo all'inclinazione del giogo. Per le microbilancie più sensibili ho dovuto servirmi di vetro lavorato per usi ottici (a faccie piane e parallele), ma sarebbero certo preferibili lastrine di agata.

In questi casi è utile che la lastrina su cui deve appoggiare il giogo sia unica, come avviene nelle bilancie di precisione; a tale scopo ho fatto uso di un giogo avente due bolle invece d'una, distanti entrambe circa 1 cm. dal punto di mezzo, riunite alla parte superiore da un corto tubetto, al quale era saldata nel mezzo un'astina trasversale ripiegata ad Π le cui estremità affilate e fuse formavano le punte d'appoggio. Esse riposavano sulla lastrina, che essendo compresa fra le due bolle suddette non impediva la libera inclinazione del giogo.

È utile che le estremità delle punte d'appoggio si trovino in uno stesso piano, non già coll'asse del tubo che forma il giogo, ma colla sua generatrice superiore; in tal modo il braccio di leva su cui agiscono i pesi in forma di cavaliere collocati sul giogo è determinato dal loro punto di contatto col giogo stesso e non dalla proiezione di questo punto sull'asse, la quale varia coll'inclinazione.

Quando si richiede molta sensibilità, specialmente se il giogo è corto, in modo che possa esser collocato in recipienti di dimensioni solite, giova osservare le deviazioni per riflessione, fissando sul giogo al di sopra delle punte d'appoggio uno specchietto colla normale nel piano d'oscillazione, ed osservando in esso con un cannocchiale con reticolo l'immagine d'una scala graduata. Se lo specchietto è verticale, si dovrà osservare attraverso le pareti del recipiente che dovranno essere trasparenti e piane; non sarà possibile o comodo collocare il recipiente in un bagno a temperatura costante o nel ghiaccio che impedirebbero l'osservazione, e questa potrebbe esser anche impedita dal sollevamento d'un braccio del giogo o dai piattelli.

Perciò mi parve preferibile di disporre lo specchietto orizzontalmente, e al disopra di esso ma nell'aria, un prisma a riflessione totale (uno specchio a 45° avrebbe maggior estensione, minor perfezione e minor chiarezza) ed osservare col cannocchiale orizzontale e nel piano d'oscillazione, attraverso il prisma, e per riflessione sullo specchietto l'immagine della scala verticale.

Sia lo specchio verticale o orizzontale, se l'angolo del suo piano colla superficie di separazione del vetro o dell'acqua dall'aria cresce, l'immagine della scala diviene meno netta, occorre un diverso adattamento dell'oculare per i tratti orizzontali e per i numeri nei quali predominano i tratti verticali, e finalmente i raggi riflessi dallo specchietto sono riflessi totalmente alla superficie dell'acqua e non pervengono al cannocchiale, ciò che limita alquanto l'ampiezza delle deviazioni che si possono osservare a circa 24° al massimo in ciaschedun senso.

Si può rimediare abbastanza facilmente a questo inconveniente in due modi. Il modo più semplice mi par quello di fissare al giogo un secondo specchietto contiguo al primo, facente con esso un angolo ottuso (p. es. di 160°), colla linea d'intersezione perpendicolare al piano d'oscillazione. A misura che uno specchietto s'allontana dal parallelismo colla superficie dell'acqua, l'altro se ne avvicina; e quando l'immagine fornita da uno specchietto diviene imperfetta o scompare, l'altra comparisce e diviene più netta. Si potrebbe altresì collocare sulla superficie dell'acqua un buon vetro d'orologio (possibilmente con superfici sferiche lavorate) col centro nel mezzo dello specchietto e colla concavità interamente piena d'acqua; in tal modo i raggi cadenti sullo specchietto o riflessi da esso attraverserebbero sempre in direzione normale la suddetta superficie di separazione fra l'acqua e l'aria.

Quando l'ampiezza delle deviazioni sia un po' grande (p. es. oltre 5°) occorre tener conto che la deviazione che si osserva per riflessione e rifrazione non è proporzionale alla deviazione vera dello specchietto e del giogo, e converrà determinare sperimentalmente una relazione empirica fra i momenti e le deviazioni.

Come piatti della microbilancia, ho usato una specie di areometri di forma varia, rappresentati nella figura, immersi totalmente, aventi un peso

di poco superiore alla spinta e riposanti in equilibrio sulle estremità del giogo che a tal uopo sono ripiegate in forma di U coll'estremità libera affilata e fusa. La forma *a* più semplice, ma meno comoda, consiste di una bolla di vetro nella quale si è praticata una conveniente aspirazione dopo averla fusa da un lato e dopo si è ripetuta l'operazione dal lato opposto, formando così nella medesima due concavità opposte, una delle quali serve di piatto e l'altra serve ad impedire che la bolla possa scivolar giù dall'estremità del giogo. Due astine di vetro saldate all'estremità d'un diametro orizzontale e piegate verticalmente all'ingiù, zavorrano la bolla e le danno una stabilità che aumenta col peso e colla lunghezza di esse astine, e che deve essere sufficiente anche se la bolla è carica di pesi.

L'altra forma (fig. 2) meno semplice, ma più comoda, è formata da due piatti o coppe emisferiche, *b b'* di vetro sottile collocate una sull'altra alla



FIG. 2.

distanza di 3 o 4 cm. e riunite da una o due astine o tubetti di vetro; inoltre sotto la coppa superiore si trova una bolla *c* e questa, o la coppa inferiore o entrambe presentano la concavità per la sospensione sull'estremità del giogo. Nella coppa inferiore si collocano i pesi maggiori che non occorre cambiare durante la determinazione, e che servono anche di zavorra, nella superiore le frazioni che occorre collocare o togliere durante la pesata per ottenere l'equilibrio; il corpo, di cui si cerca il peso, si può collocare nella coppa superiore se si può afferrare colle pinzette e se il suo peso non è tale da far ribaltare il piatto.

È comodo spesso che una o entrambe le coppe suddette siano mobili; in tal caso alle coppe fisse si sostituiscono due anelli di vetro orizzontali sui quali si collocano le coppe mobili.

Finalmente, dovendo pesare delle polveri, è utile introdurle in un minuscolo tubetto d'assaggio il quale si può sottoporre alle solite operazioni, riscaldamento o rarefazione, necessarie per espellere le bolle d'aria; a questo tubetto ho saldato un uncino di vetro, dimodochè con un uncino d'ottone con manico potevo agevolmente collocare il tubetto dentro la coppa inferiore, oppure in un anello piuttosto largo, e toglierlo quando occorreva.

I vantaggi che presentano questi piatti-areometri sono parecchi: 1°. Sono soppressi gli anelli, gli uncini e simili che facilmente si dispongono di traverso e che, se uniti indissolubilmente al giogo rendono l'apparecchio articolato incomodo, se si possono staccare, nell'acqua facilmente si staccano e riesce difficile il rimetterli a posto. 2°. Entrambi i piattelli sovrapposti, ma specialmente quello superiore, sono facilmente accessibili; quest'ultimo trovasi alla parte superiore dell'apparecchio affatto libero come nella bilancia di Roberval, ma senza i noti inconvenienti di questa. 3°. Il loro peso totale

essendo equilibrato in massima parte dalla spinta, l'errore che può provenire da uno spostamento del punto d'applicazione sul giogo è minimo. Però non è comodo di render quasi nullo il peso apparente del piatto areometro perchè allora questo obbedendo a ogni più piccolo impulso, difficilmente si mantiene a posto. Talora uno dei piatti era sostituito da una bolla fissa al giogo, talora questo aveva le due braccia disuguali.

Differisco ad una prossima Nota la descrizione di alcune delle determinazioni più importanti eseguite con questa microbilancia, le indicazioni delle precauzioni necessarie, e di alcuni modi di renderle più facili.

Differisco inoltre ad altre Note la descrizione dell'uso di questa bilancia, come bussola d'inclinazione, come bilancia telluro-magnetica, e per la misura della costante della gravitazione.

Chimica. — Su un nuovo azotometro applicabile alla pompa Sprengel (1). Nota di G. ODDO, presentata dal Socio PATERNÒ.

Nelle determinazioni d'azoto nelle sostanze organiche, se si fa uso del metodo di scacciare l'aria dal tubo a combustione per mezzo dell'anidride carbonica fornita dalla decomposizione d'un carbonato e di raccogliere l'azoto nell'azotometro di Schiff, si ottengono risultati superiori a quelli calcolati (circa di 0,2-0,3%); se invece si estrae l'aria per mezzo d'una pompa, la manipolazione delle ordinarie canne graduate per raccogliere il gas a causa dell'uso della soluzione concentrata di potassa, non è scevra d'inconvenienti e di perdita di tempo.

Per unire l'eleganza del primo metodo con l'esattezza del secondo e ottenere maggiore rapidità, ho pensato che basta modificare l'azotometro di Schiff in modo da poterlo applicare alla pompa Sprengel, dandovi una via d'uscita per il mercurio.

A questo scopo il mio azotometro, come quello di Schiff, consta di una canna graduata di cc. 100 o 50, che nell'estremità superiore affilata porta un rubinetto e nell'inferiore è chiusa. A circa cm. 3 dalla base sono saldati tre tubi: *a*, *b*, *c*; i primi due al medesimo livello: *a* serve per attaccare l'azotometro alla pompa Sprengel e far entrare il mercurio e il gas; *b* è a rubinetto e serve per fare uscire il mercurio che arriva; e il terzo *c*, saldato circa mezzo centimetro al di sopra dei due precedenti, per il passaggio della soluzione di potassa, come nell'azotometro Schiff.

Ognuno dei tre corpi che vi si raccolgono — mercurio, soluzione di potassa e gas — con questa disposizione trova nell'apparecchio, per ragione di densità, una strada propria.

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale dell'Università di Cagliari.