

ATTI  
DELLA  
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCIV.

1907

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XVI.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1907

Fisica terrestre. — *Confronto degli areometri ad immersione parziale e ad immersione totale per la misura della densità dell'acqua di mare.* Nota di LUDOVICO MARINI, presentata dal Corrispondente A. SELLA.

La misura della densità dell'acqua di mare entra tra le misure fisiche di precisione, giacchè se ne richiede la esattezza sino alla quinta decimale (1). L'unico metodo però che può seguirsi per farne la determinazione diretta a bordo di una nave o per l'uso corrente nelle stazioni marine ordinarie di osservazione, è quello dell'areometro; onde, essendo note le numerose obbiezioni alle quali va soggetto questo metodo, si intende come la discussione di esse e la ricerca del modo di evitarle formi argomento molto interessante per la talassologia e abbia dato origine a studi importanti di eminenti scienziati (2).

Nansen, nell'esame dei risultati della sua celebre spedizione polare, dimostrò che la causa principale degli errori delle misure areometriche è la variazione dell'azione che la tensione capillare del liquido esercita intorno all'asta dello strumento nel tratto di affioramento, e propose il rimedio radicale di eliminarla completamente, facendo totalmente immerso l'areometro. Egli non era a conoscenza che la medesima proposta era già stata fatta per le medesime ragioni dal Pisati (3) e dal Warrington (4). Il Thoulet tuttavia, nel rapporto sulle densità dell'acqua di mare determinate nel viaggio della Belgica (5), ritiene esagerati gli apprezzamenti del Nansen e seguita a dare la preferenza agli areometri ad immersione parziale. Poichè il Nansen aveva dimostrato solo teoricamente i vantaggi degli areometri ad immersione totale, ho riputato non riuscire inutile alla decisione di una questione così importante un confronto sperimentale diretto dei due tipi di areometri.

Come areometro ad immersione parziale ho fatto uso di uno del tipo del Challenger delle seguenti dimensioni:

	dell'asta	del corpo	della bolla zavorrata	totale
lunghezza	cm. 12,0	cm. 18,5	cm. 4,5	cm. 35,0
diametro	" 0,4	" 3,4	" 3,0	—

(1) Nansen, *Te Norwegian North polar Expedition. Scientific results.*, vol. III.

(2) Marini, *Intorno agli areometri per la misura della densità dell'acqua di mare.*

(3) Reggiani, *Gli areometri ad immersione totale sistema Pisati*, Rend. dell'Acc. dei Lincei, 1890.

(4) Warrington, *Hydrometer of total immersion*. *Philosophical Magazine* 5, XLVIII (1899) pag. 498.

(5) I. Thoulet et H. Arctowski, *Résultats du voyage du s. Y. Belgica en 1897 99. Rapport sur les densités de l'eau de mer.*

Secondo una verifica delle costanti dello strumento, fatta presso l'ufficio centrale metrico in Roma, il volume a 0° C dello strumento sino alla divisione superiore (0) è: emc. 157,6228; quello medio di una divisione della scala emc. 0,012455; il coefficiente di dilatazione cubica:  $23,251 \times 10^{-6}$ . L'areo metro è fornito di un piattello di alluminio che si infila sulla sommità dell'asta e di sei sovrappesi di ottone i cui pesi differiscono di circa gr. 0,8 ciascuno dal successivo.

Dalla gentilezza del prof. Ascoli, successore del Pisati nella cattedra di fisica tecnica presso la scuola d'applicazione per gl'ingegneri di Roma, ebbi due modelli della parte in vetro dell'areometro Pisati ad immersione totale a densità variabile, costruiti dall'autore stesso, rimasti ancora aperti, che chiusi e tarai convenientemente. Le loro dimensioni, indicandoli rispettivamente con  $A_1$  e  $A_{II}$  sono:

	$A_1$		$A_{II}$	
	lunghezza	diametro	lunghezza	diametro
dell'asta	cm. 1,7	cm. 0,3	cm. 2,3	cm. 0,4
del corpo	" 5,4	" 1,5	" 4,7	" 3,5
della bolla	" 1,5	" 1,5	" 2,2	" 3,5
totale	" 8,8		" 9,2	

Dai giornali di laboratorio potei apprendere le particolarità del metodo di sperimentare usato dal Pisati stesso, delle quali la più importante sta nella scelta dei pezzi che costituiscono la pesiera. Giungendo la sensibilità dell'istrumento a mgr. 0,2, ma essendo molto difficile la costruzione esatta, la conservazione ed il maneggio di pezzi di platino di così piccolo peso, egli limita questo al minimo di 100 mgr. e fa gli ultimi pezzi della serie differenziali a mgr. 0,2. Per la deteminazione della densità dell'acqua di mare è suggerita sufficiente la seguente serie:

mgr. 1000																
500 — 200 — 200'																
190	—	180	—	170	—	160	—	150	—	140	—	130	—	120	—	110
109	—	108	—	107	—	106	—	105	—	104	—	103	—	102	—	101
100,8 — 100,6 — 100,4 — 100,2																
100 — 100'.																

In tal modo si può ottenere l'esatto aggiustamento dell'equilibrio con i soli pesi e si può con essi formare qualunque combinazione e raggiungere qualunque densità dell'acqua di mare, purchè lo strumento sia zavorrato in modo che, per raggiungere l'equilibrio alla minima densità da misurare, debba essere caricato di almeno 300 mgr.

Per la costruzione di questa pesiera mi servii di quattro lamine di platino di diverso spessore, di ciascuna delle quali determinai il peso speci-

fico col metodo della bilancia idrostatica. Ai singoli pezzi detti la forma di rettangoli con foro centrale circolare. Nel ritagliarli cercai di accomodarli il più possibile al loro valore nominale e, preparatili tutti, determinai di ciascuno il peso nel vuoto per confronto con i pezzi di una pesiera che precedentemente avevo campionato <sup>(1)</sup> e ne calcolai il volume a 0° C. Gli errori probabili nelle determinazioni dei veri pesi oscillano tra  $\pm$  mgr. 0,002 e  $\pm$  mgr. 0,005; la somma totale dei loro valori assoluti ascende a mgr. 0,097.

Indicando con P il peso dell'areometro, con  $p$  quello dei sovrappesi aggiunti per ottenere l'equilibrio esatto di esso completamente immerso nel saggio da cimentare, con  $V_0$  e  $v_0$  i corrispondenti volumi a 0° C., con  $t$  la temperatura di osservazione, con  $\alpha$  e  $\beta$  i coefficienti di dilatazione cubica del vetro e del platino, la densità  $d_t$  del saggio, alla temperatura  $t$ , sarà data dall'espressione:

$$(1) \quad d_t = \frac{P + p}{V_0(1 + \alpha t) + v_0(1 + \beta t)}$$

Quindi, oltre al peso e volume a 0° dei sovrappesi, al valore di  $\beta$ , che dalle tavole delle costanti fisiche è dato  $\beta = 27 \times 10^{-6}$ , è necessario conoscere esattamente anche il peso e il volume a 0° C. della parte in vetro dell'areometro e il suo coefficiente di dilatazione cubica.

Determinati con la necessaria esattezza i pesi nel vuoto dei due areometri, risultarono:

$$A_1 = \text{mgr. } 13933,690 \pm 0,007$$

$$A_{II} = \text{mgr. } 30404,926 \pm 0,008$$

Per la determinazione di  $V_0$  e di  $\alpha$  eseguii una serie di misure con acqua distillata a diverse temperature. Poichè i due areometri erano stati tarati secondo le prescrizioni indicate dal Reggiani nella Nota citata, cioè appena galleggianti nell'acqua distillata a 30° C., non potevano essere caricati alla più alta temperatura di osservazione, circa 35° C., di 300 mgr., onde non potei operare variando gradatamente la temperatura e aggiustando a brevi intervalli, l'equilibrio dell'areometro mediante i sovrappesi, ma dovevo stabilire un dato peso e variare gradatamente la temperatura sino a raggiungere l'equilibrio, quindi passare al peso disponibile successivo nella serie e ottenere di nuovo l'equilibrio col cambiamento di temperatura, e così di seguito. Per la grande capacità del bagno posto attorno al recipiente che

(1) Essendo necessario conoscere il valore assoluto dei singoli pezzi di questa pesiera, furono fatti campionare presso l'ufficio centrale metrico di Roma quello da gr. 1 ed uno da gr. 0,5 di un'altra pesiera. Per la determinazione delle frazioni del grammo potei stabilire così due sistemi di equazioni dai quali ricavai per il cavalierino, in funzione del quale espressi i valori di tutti gli altri pezzi, i valori: mgr. 10,1076 e mgr. 10,1079 che depongono bene in favore dell'esattezza delle misure.

conteneva l'acqua distillata bollita in cui erano immersi gli areometri, le variazioni di temperatura erano molto lente, sicchè per una serie completa da 5° C. a 25° C. occorreavano non meno di nove ore. Sperimentando in questo modo con le necessarie precauzioni, potei avere la lettura della temperatura di equilibrio intorno ai 30° C. ben esatta a meno di 0°,05; a temperature più basse non potei raggiungere tale esattezza ma le variazioni pure della densità dell'acqua sono più lente. Per la lettura delle temperature feci uso di un termometro Alvergnyat (n. 69725) diviso in decimi di grado, campionato all'ufficio centrale metrico. Eseguii sei serie complete di osservazioni, tre con temperatura crescente e tre con temperatura decrescente, facendo le letture sempre con i medesimi sovrappesi, per ciascuno dei quali presi la media delle temperature osservate. Ponendo questi valori al posto di  $P + p$  e di  $t$  nell'equazione (1) e al posto di  $d_t$  in essa la densità dell'acqua distillata ricavata dalle tabelle delle costanti fisiche, ebbi una serie di equazioni della forma:

$$V_0(1 + \alpha t) = \frac{P + p}{d_t} v_0(1 + \beta t) = V_t$$

dalle quali ricavai i valori di  $V_t$  alla temperatura di osservazione, tanto per l'uno che per l'altro areometro. Da questi mediante la

$$V_0 + V_0 \alpha t - V_t = 0$$

da venti equazioni di condizione per l' $A_n$  e da dieci per l' $A_i$ , col metodo dei minimi quadrati, calcolai i valori più probabili delle costanti  $V_0$  ed  $\alpha$ . Essi sono:

$$\begin{aligned} \text{per } A_i & \left\{ \begin{array}{l} V_0 = \text{mmc. } 14058,736 \pm 0,967 \\ \alpha = 0,00002886 \text{ (1)} \end{array} \right. \\ \text{per } A_n & \left\{ \begin{array}{l} V_0 = \text{mmc. } 30661,893 \pm 0,804 \\ \alpha = 0,00002942. \end{array} \right. \end{aligned}$$

Nei confronti, per l'uso dell'areometro Challenger, il saggio da cimentare era introdotto in uno dei cilindri, che ordinariamente sono forniti insieme all'istrumento medesimo, di cm. 35 di altezza e di cm. 6,7 di diametro, di vetro molto spesso. Per gli areometri Pisati il recipiente aveva cm. 12 di altezza e cm. 8 di diametro ed era di vetro molto sottile. Per la misura delle temperature ho impiegato sempre, oltre all'Alvergnyat, un altro termometro, confrontato con il primo, posti col bulbo l'uno in alto l'altro in basso nel recipiente. Non ostante il lentissimo variare della temperatura del laboratorio, nel cilindro dell'areometro Challenger ho trovato sempre differenze tra le indicazioni dei termometri da 0°,03 a 0°,2 mentre che nell'altro la

(1) Vetri di così forte coefficiente di dilatazione non sono certo i più adatti per questi usi: come è mostrato dal Krümmel, è preferibile il borosilicato 59''.

temperatura tanto in alto che in basso era la medesima. Ciò si deve attribuire principalmente al fatto che nel primo recipiente le variazioni di temperatura dell'acqua avvenivano quasi esclusivamente attraverso la superficie libera del liquido e quasi affatto attraverso le pareti del cilindro e che l'eguagliamento della temperatura degli strati superiori ed inferiori era pure lenta per l'altezza del vaso e per il poco mescolamento del liquido. Nell'altro invece attraverso la sottile parete del recipiente l'eguagliamento della temperatura tra l'esterno e l'interno era più rapida e si effettuava su tutta la superficie, ed inoltre è da notare che l'altezza era minore ed il mescolamento del liquido più frequente per il salire e scendere degli areometri e per il ricambio dei sovrappesi adoperati: tutto ciò nelle condizioni di costanza della temperatura dell'ambiente costituisce un vantaggio, che potrebbe invece costituire uno svantaggio nel caso di rapida variabilità di temperatura del laboratorio. Allora riuscirebbe preferibile il primo recipiente ed in generale bisognerebbe isolare il più possibile il cilindro in cui sono gli areometri dall'ambiente esterno a temperatura variabile o circondandolo con uno dei soliti bagni a temperatura costante, o più semplicemente, in casi non eccezionali, anche con buon risultato, secondo la mia esperienza, di un rivestimento di sostanza cattiva conduttrice del calore, come feltro.

Per ottenere il valore più attendibile della densità dei saggi cementati, mi sono servito di un termopcnometro il cui termometro, diviso in quinti di grado, ho confrontato con il termometro Alvergniat campionato. Anche di questo picnometro ho determinato il volume a 0° C. e la dilatazione al solito modo per pesate, riempiendolo mediante aspirazione di acqua distillata bollita a varie temperature. Con esso determinava il peso specifico di ogni saggio di acqua studiato al principio e alla fine della serie di confronto con gli areometri.

Per brevità non trascivo qui un gran numero di osservazioni che valgono a dimostrare ciò che è già noto, l'influenza che hanno sulle indicazioni degli areometri ad immersione parziale lo stato di nettezza della superficie del liquido e dell'asta dello strumento, la secchezza di questa, l'introduzione e la rimozione dei termometri, e, ciò che era facilmente prevedibile, l'indipendenza da queste medesime cause di errore delle indicazioni degli areometri ad immersione totale; mi limiterò a riportare due serie più caratteristiche che servono ad illustrare le conclusioni che possono trarsi dai numerosi confronti che ho eseguiti.

SAGGIO N. 5.

*Densità, ridotta a 0° C. (1) determinata col picnometro.*

Prima dell'esame con gli areometri . . . . .	1,028792
Dopo l'esame . . . . .	1,028809
Media . . . . .	1,028800

*Densità, ridotta a 0° C. determinata con gli areometri Pisati.*

A <sub>I</sub> Lasciati termometri immersi durante 16 mi- sure con l'areometro . . . . .	1,028825
Termometri estratti . . . . .	1,028807
Id. id. . . . .	1,028839
Media . . . . .	1,028824
A <sub>II</sub> Lasciati termometri immersi durante la mi- sura con l'areometro . . . . .	1,028814
Termometri estratti . . . . .	1,028809
Id. id. . . . .	1,028802
Media . . . . .	1,028808

*Densità, ridotta a 0° C. determinata con l'areometro Challenger.*

Estratti termometri prima di far la lettura del- l'areometro . . . . .	1,028893
Dopo 5 minuti ripetuta lettura come sopra . .	1,028847
Estratto areometro, lavato ed asciugato con carta da filtro, fatta lettura sempre estraendo prima termometri . . . . .	1,028862
Passata sulla superficie del liquido e attorno al- l'asta dell'areometro carta da scrivere pulita e secca . . . . .	1,028835
Nettata superficie con carta da filtro . . . .	1,028827
Media . . . . .	1,028853

SAGGIO N. 14.

*Densità, ridotta a 0° C. determinata col picnometro.*

Prima dell'esame con gli areometri . . . . .	1,028945
Dopo l'esame . . . . .	1,028953
Media . . . . .	1,028949

(1) Le riduzioni dalla temperatura di osservazione a quella di 0° C. sono state fatte mediante le Hydrographische Tabellen di M. Knudsen.



*Densità, ridotte a 0° C. determinate con gli areometri Pisati.*

A <sub>1</sub> . . . . .	}	1,028940
		1,028958
Media . . . . .		1,028957
		1,028952
A <sub>2</sub> . . . . .	}	1,028959
		1,028933
Media . . . . .		1,028949
		1,028947

*Densità, ridotta a 0° C. determinata con l'areometro Challenger.*

Lecture eseguite lasciando immersi i termometri.	}	1,029231
		1,029193
		1,029197
Media . . . . .		1,029207
Lecture fatte estraendo ogni volta i termometri prima di fare la lettura dell'areometro.	}	1,029000
		1,029053
		1,029090
Media . . . . .		1 029048
Lecture fatte con nettometro della superficie del liquido:		
Dopo la 1 <sup>a</sup> serie con termometri immersi, lasciando questi immersi . . . . .		1,028993
Dopo la 2 <sup>a</sup> serie estratti i termometri . . . . .		1,028972
" " " " . . . . .		1,028995
Media . . . . .		1,028988

L'esame del saggio n. 5 non depone in favore degli areometri ad immersione totale, come poteva attendersi, giacchè gli errori, cioè le differenze dei valori della densità ottenuti con questi strumenti e quello più attendibile dato dal picnometro, ci si presentano sempre del medesimo segno e, specialmente per l'A<sub>1</sub>, non piccoli. Non depone invece sfavorevolmente per gli areometri Challenger giacchè mostra una perfetta concordanza dei valori della densità ottenuti nelle diverse condizioni sino alla quarta decimale ed errori solo nella quinta il che dipende evidentemente dall'aver usato sempre il medesimo metodo rispetto alla immersione e rimozione dei termometri. Riguardo ai valori avuti per mezzo del picnometro, il riscontrarli sempre maggiori dopo l'esame con gli areometri dà indizio di una leggera concentrazione del saggio durante le osservazioni in causa di evaporazione non ostante la cura avuta di tenere sempre coperto il recipiente che lo conteneva quando non si facevano osservazioni. Questa medesima serie conferma



l'influenza delle condizioni della superficie dell'areometro e l'azione del nettamento di quella del liquido e della porzione di affioramento dell'asta, come insegna il Nansen, anche semplicemente mediante ordinaria carta da scrivere o con ben pulita carta da filtro. La diversità degli errori dipende dal diverso sviluppo che assume il menisco attorno all'asta il quale è normale, al suo massimo valore, nel caso di un perfetto bagnamento, quando la superficie dell'asta e del liquido sono perfettamente nette. Allora l'areometro scende alla sua posizione più bassa, il che riduce al minimo il valore della densità che si ottiene. Il valore perciò minimo 1,028827 osservato alle migliori condizioni dobbiamo considerarlo relativo allo sviluppo normale, completo del menisco di acqua di mare attorno all'asta dell'areometro. Anche esso però contiene un errore, giacchè tutte le densità scritte relative alle osservazioni con l'areometro Challenger, ridotte a 0° C. sono calcolate senza tener conto del peso del menisco aderente all'asta. Se ne può tener conto per mezzo dei valori della costante di capillarità dell'acqua di mare dati da Krümmel (1) per ogni temperatura e salinità. Nel nostro caso l'osservazione era stata fatta alla

temperatura di 13°,76 C. e si era avuto:  $d_{13,76} = \frac{161545,14}{157309,61} = 1,026927$

che ridotta a 0° C. dà appunto 1,028827. Dalle Hydrographische Tabellen si ha che a questa densità corrisponde la salinità 19,86 ‰, onde dalle tabelle di Krümmel ricaviamo il peso del menisco corrispondente al raggio dell'asta dell'areometro usato, essere mgr. 96,50. Aggiungendo questo al numeratore

otteniamo:  $d'_{13,76} = \frac{161641,64}{157309,61} = 1,027538$  che ridotta a 0° dà: 1,029565,

valore che più degli altri differisce da quello del picnometro. Ciò dipende dal fatto che del menisco si è tenuto conto solo nel numeratore cioè è stato trascurato di considerarlo nella determinazione del volume a 0° C. dell'areometro. Verificati però il peso e i sovrappesi dell'areometro Challenger da me usato, ne ho voluto ripetere pure la determinazione del volume a 0° al solito modo facendo osservazioni con acqua distillata a diverse temperature e tenendo conto nel calcolo del volume alle temperature di osservazione del peso del menisco. Ho ottenuto così per volume a 0° C. (sino alla divisione superiore) mmc. 157720,753 ± 1,03, per volume dell'asta graduata mmc. 1245,320 e per coefficiente di dilatazione cubica 0,00002296 che ben concordano con quelli della verifica all'ufficio centrale metrico tenendo conto della differenza nel modo di calcolare i  $V_t$ , giacchè la differenza tra i valori del volume a 0° determinati nei due modi è mmc. 97,953 e, secondo i dati di Krümmel, il peso del menisco di acqua distillata a 0° è mgr. 98,763 corrispondente ad un volume di mmc. 98,776. Facendo uso di questi nuovi valori la den-

(1) Krümmel, Neue Beiträge zur Kenntniss der Aräometrie.

sità del saggio n. 5 con i dati della sesta osservazione risulta:

$$d'_{13.76} = \frac{161641,64}{157407,50} = 1.026899,$$

e ridotta a 0° C. 1,028797 valore il più prossimo a quello ottenuto col picnometro.

Dall'esame del saggio n. 14 viene ancora confermata la grande diversità di risultati che si ottengono con gli areometri ad immersione parziale operando in modo diverso. Ma di più viene mostrato come è del tutto illusoria la dimostrazione della fiducia da prestare ai dati areometrici basata sul calcolo dell'errore probabile ricavato dalle differenze tra i valori delle singole osservazioni e quello della loro media, giacchè se si opera sempre allo stesso modo si ottengono risultati abbastanza concordanti tra loro che tuttavia possono pure molto differire dal vero valore. Ed ancora che il metodo più sicuro per ottenere buoni risultati è di avere cura del perfetto sviluppo del menisco del liquido attorno all'asta, col rendere e mantenere netta la superficie del liquido e dell'asta, e ciò ancorchè i termometri si lascino immersi. Applicando la correzione completa come sopra ai valori minimi più attendibili, se ne ottiene come media 1,028954, ben concordante con l'indicazione fornita dal picnometro e molto poco differente da quella degli areometri ad immersione totale.

Anche solamente da questi esempi addotti si può rilevare che se gli areometri ad immersione totale vanno esenti da quelle cause di errore che producono spesso tanta diversità di risultati con gli areometri ad immersione parziale, anche questi però, usati razionalmente con le necessarie precauzioni, possono condurre a risultati ugualmente buoni e degni di fiducia.

Ma non è a credere che abbastanza facilmente e sollecitamente si riesca ad ottenere dagli areometri ad immersione totale i buoni risultati che essi possono dare: anche nell'uso di questi si presentano gravi cause di errore. Una principale è prodotta dalle bollicine di aria che rimangono aderenti ai sovrappesi e nascoste tra l'uno e l'altro di essi, che riescono quindi molto difficili ad essere scoperte e cacciate via e richiedono ad ogni modo una energica agitazione e sempre un tempo molto lungo prima di esserne completamente al sicuro. Un'altra è inerente al metodo stesso di sperimentare. Data la grande esattezza che si ha in vista di raggiungere e la grande sensibilità dell'istrumento, si presentano due vie da seguire o rendere molto grande il numero dei sovrappesi facendo questi molto poco differenti l'uno dal successivo, come nella pesiera Pisati, ovvero raggiungere il perfetto equilibrio mediante variazioni di temperatura del liquido come propone Nansen. Ma il primo metodo richiede un tempo lunghissimo per la prova dei tanti pezzi, tanto poco differenti tra loro, l'espulsione delle bollicine di aria, per la cura necessaria all'immediato nettamento dei pezzi cambiati e per di più

durante e per queste lunghe operazioni possono avvenire cambiamenti di temperatura tali che si sia obbligati a tornare nuovamente indietro a riprovare pezzi prima rifiutati. L'altro metodo, oltre a richiedere anche esso non breve tempo, porta agli errori, tanto lamentati, derivanti dalle variazioni di temperatura del liquido. Ne segue che, per ottenere con un areometro ad immersione totale risultati dei quali si possa fidarsi, occorre tranquillità e tempo grandissimo, tempo per una sola determinazione molto maggiore di quello che si richiede per fare con un discreto areometro ad immersione parziale anche dieci buone misure dalle quali si possa ricavare un risultato che raggiunga l'esattezza richiesta. Nell'uso quindi corrente di bordo e delle stazioni marine ordinarie di osservazione è da attendersi molto più facilmente il raggiungimento sicuro delle condizioni per buone misure con areometri ad immersione parziale che con areometri ad immersione totale. Nella pratica sono quindi preferibili i primi ai secondi.

È evidente senza altro che bisognerà in ogni modo mettersi nelle migliori possibili condizioni: riconosciute cioè quali sono le cause che producono errori col tipo di areometro scelto, si dovrà cercare di evitarle per quanto si può. E poichè la causa principale di errore sta appunto nelle variazioni dell'azione capillare attorno all'asta, si dovrà far sì che queste siano le minime possibili. A tale scopo conviene fare di platino, come suggeriva Nansen, l'asta dell'areometro. Se essa ricoperta di nero di platino, prima di usare l'istrumento, viene bollita con acqua distillata e quindi riscaldata al rosso, si può essere sicuri che è bene netta e bagnata perfettamente dal liquido, onde mantenendo pure netta la superficie di questo, potrà ritenersi eliminata la principale causa di errore, tanto più che essendo di platino l'asta potrà farsene il diametro minore di 1 mm. Per le ragioni innanzi esposte l'areometro dovrà seguitare ad essere ad immersione parziale e quindi l'asta dovrà essere graduata, ma la sua lunghezza potrà ridursi a 5 cm. usando per l'intero intervallo di variabilità della densità dell'acqua di mare, senza che ne derivi alcuna difficoltà pratica, tre istrumenti, uno per le minori, uno per le medie ed uno per le maggiori densità.

Date le dimensioni dell'asta si potrà anche notevolmente ridurre il volume del corpo dell'areometro senza che esso venga a perdere in sensibilità, per il che saranno meno sensibili gli errori derivanti da possibili variazioni di volume e di dilatazione dello strumento, oltrechè ne risulterà l'altro vantaggio di poter rendere minori le dimensioni del recipiente in cui si deve sperimentare, onde saranno evitate in gran parte le differenze di temperatura tra le diverse parti del saggio studiato oltre a poter fare più piccole le bottiglie per attingere i saggi. I sovrappesi da collocare nel piattello dell'istrumento, dovranno essere scelti abbastanza poco differenti l'uno dall'altro in modo che con la sostituzione di uno al successivo si ottengano posizioni di equilibrio sull'asta distanti circa 1 cm. Si potrà allora seguire

nello sperimentare il metodo del Buchanan, migliorato (1), determinando mediante esperienze preliminari i punti di affioramento a diverse temperature, con carichi diversi, nell'acqua distillata.

Solo facendo uso di questi areometri e di questi metodi di misura si potranno ottenere, anche nelle condizioni più sfavorevoli, valori della densità dell'acqua di mare meritevoli di fiducia sino alla quinta decimale.

Geografia fisica. — *Teoria elastica delle dislocazioni tectoniche*. Nota di L. DE MARCHI, presentata dal corrisp. T. LEVI-CIVITA.

Geografia fisica. — II. *Applicazioni geologiche della Teoria elastica delle dislocazioni tectoniche*. Nota di LUIGI DE MARCHI, presentata dal Corrispondente T. LEVI-CIVITA.

Chimica. — *Sull'ossidazione dei composti cerosi a cerici*. — *Sull'idrato cerico*. — *Sul joduro rameoso*. Note di G. A. BARBIERI, presentate dal Socio G. CIAMICIAN.

Le Note precedenti saranno pubblicate nei prossimi fascicoli.

Chimica. — *Sopra un cobaltito cobaltoso-potassico* (2). Nota di I. BELLUCCI e F. DOMINICI, presentata dal Socio S. CANNIZZARO.

Nel 1832 M. Becquerel (3), riscaldando alla temperatura del rosso, in contatto dell'aria atmosferica, un ossido di cobalto con eccesso di idrato potassico, osservò che si formavano, in seno alla massa fusa dell'alcali, delle laminette cristalline nere, lucenti, che egli senza analizzare ritenne dovute ad un ossido di cobalto.

Parecchi anni più tardi, nel 1856, Schwarzenberg (4) riprese lo studio di questo supposto ossido cristallizzato del cobalto, riscaldando fortemente in crogiuolo di argento un ossido od anche il carbonato di cobalto insieme ad un eccesso di potassa. Dopo raffreddamento, trattando con acqua la massa

(1) Buchanan, Comptes rendus de l'Académie de France, Juin, 1893, pag. 1321: *Report of the sixth International geographical Congress held in London, 1895*.

(2) Lavoro eseguito nell'Istituto di Chimica generale della R. Università di Roma.

(3) *Annal. de chim. et phys.* [2] 51, 101.

(4) *Liebig's Annalen* 97, 211.