La differenza tra il valore ottenuto per .2 μ coll' apparecchio suddetto e quello ottenuto direttamente col micrometro conferma l'esistenza dell'accennata causa d'errore prodotta dallo strisciamento dell'asse sulle ruote; tuttavia questa differenza non è così grande che non si possa sperare di ottenere un buon valore del diametro cercato, sia diminuendo lo strisciamento, sia correggendo l'errore che esso produce.

**INTORNO AD UN MODO PER AGITARE UN LIQUIDO IN UN RECIPIENTE CHIUSO
E AD UNA MODIFICAZIONE DEL TERMOCALORIMETRO.**

Nota di G. GUGLIELMO ¹⁾.

Vari modi noti per rimescolare un liquido in un recipiente chiuso. — Nello studio dei fenomeni termici occorre spessissimo di dover rendere uniforme la temperatura d'un liquido il quale perciò dev'essere rimescolato. Avviene però spesso che il liquido trovasi rinchiuso in un recipiente, senza altra apertura all'infuori di quella di un tubo capillare, ed i mezzi soliti per agitare un liquido non sono applicabili. In questo caso il mezzo più ovvio è quello di rinchiudere nel recipiente assieme al liquido un molinello o un conveniente sistema mobile contenenti ferro o piccoli magneti e far ruotare il molinello o muovere in su e in giù il sistema mobile mediante una azione magnetica o elettromagnetica.

Per quanto questo modo sia ovvio, credo opportuno rammentare che io sono stato il primo ad usarlo (*Rendiconti dell'Acc. dei Lincei*, 1892, 1° sem., pag. 242 e 2° sem., pag. 210), che la disposizione da me usata è semplicissima e che con una piccola forza magnetica ottenevo nel liquido una viva agitazione.

L'uso del metodo precedente richiede tuttavia una costruzione ed una preparazione più o meno complicata; non è esclusa la possibilità di un guasto che renda il meccanismo

¹⁾ Largo sunto della Nota pubblicata nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. 11, 2° sem., serie 5., fasc. 11, 1902.

inattivo senza che ciò apparisca al di fuori; e finalmente esso non è bene applicabile se le dimensioni del recipiente che contiene il liquido sono piccole.

Si può in tutti i casi e con sicurezza completa produrre facilmente nel liquido una viva agitazione, se prima di chiudere il recipiente si fissano sulle sue pareti interne alcune laminette di numero, posizione e inclinazione convenienti, e se dopo al recipiente chiuso, che già contiene il liquido che si vuole agitare, s' imprime un movimento di rotazione alternativamente in sensi opposti attorno all'asse di figura o ad un altro asse qualsiasi.

Se il recipiente, p. es. cilindrico, avesse le pareti interne lisce e fosse fatto ruotare attorno al suo asse, il movimento del liquido sarebbe regolare e non produrrebbe quasi nessun rimischio delle varie parti.

Se invece le pareti interne del recipiente son provviste di palette, l'effetto è quasi lo stesso come se le palette si trovassero in un recipiente immobile e fossero fissate ad un asse uscente all'esterno.

Riguardo alla forma, al numero, alla posizione, ed inclinazione delle palette mi pare evidentemente utile che esse siano piccole e numerose, che si estendano o siano collocate sin presso l'asse di rotazione, e fors' anche che siano buche-rellate. Inoltre mi pare utile che esse siano inclinate p. es. di 45° sull'asse e sulla direzione del moto, affinchè esse imprimano al liquido anche un movimento parallelo all'asse; talora ho usato due sistemi di palette in ciascuno dei quali l'inclinazione delle palette era dalla stessa parte, mentre era in senso opposto nei due sistemi, in modo che il liquido spinto da questi in sensi opposti prendesse anche un movimento circolatorio perpendicolare al movimento rotatorio del recipiente.

Del resto le varie disposizioni suddette sono quasi ugualmente efficaci, inoltre anche con una disposizione non perfetta si può ottenere un'efficace agitazione per mezzo d'una opportuna velocità ed ampiezza delle rotazioni; così pure si ottiene una efficace agitazione usando, invece di palette, aste o tubi chiusi e vuoti fissati al fondo del recipiente parallelamente all'asse di rotazione.

Questo modo di agitare un liquido, che finora non ho visto applicato, si può usare facilmente ed utilmente in un gran numero di casi che sarebbe lungo enumerare; io l'ho usato nel termocalorimetro (calorimetro per dilatazione), nel calorimetro solare, nel dilatometro e nei termometri.

Termocalorimetro. — Quando si misura una quantità di calore coll' aumento di temperatura che essa produce nell'acqua o in un altro liquido, la sensibilità che si può ottenere è grandemente aumentata quando tutto il calore che si vuol misurare è impiegato a produrre l' effetto che si misura, come avviene nel termocalorimetro di Favre e Silbermann, nel quale tutto il calore viene comunicato ad un grande termoscopio a mercurio e la dilatazione complessiva del mercurio serve di misura al calore suddetto. Tuttavia, nè questo calorimetro, nè le modificazioni che sono state proposte successivamente da vari fisici non incontrarono molto favore ed esso viene considerato come capace di dare risultati soddisfacenti solo con molte precauzioni che ne scemano i pregi. Molti anni fa feci anch' io delle determinazioni con un calorimetro fondato su questo principio, per incarico del Prof. Naccari del quale ero assistente, ma il poco accordo dei risultati rese necessario l' uso d' un altro metodo.

Credo che la ragione principale della poca buona riuscita di questo metodo consista nella mancanza di agitazione nel liquido. Si può credere a prima vista che essa non sia necessaria, perchè a differenza di ciò che avviene nel metodo delle mescolanze, non è necessario che il calore sia ripartito uniformemente, poichè la maggior dilatazione delle parti più riscaldate compensa quasi esattamente la minor dilatazione delle altre, e la dilatazione complessiva che si osserva, da ciò non riceve mutamento apprezzabile. Però è da notare anzitutto che a causa della mancanza di agitazione la penetrazione del calore, dal tubo ove viene generato o introdotto, nel termoscopio nel quale questo tubo è quasi totalmente compreso, è molto lenta. Difatti essa si effettua per conduzione attraverso le pareti sottili e buone conduttrici del tubo suddetto, e poi in parte per conduzione nel liquido ed in parte per la convezione causata dalla diminuita densità del liquido riscaldato;

ora entrambi questi due ultimi effetti sono deboli e lo divengono sempre più, a misura che diminuisce la differenza di temperatura.

Questa lentezza della penetrazione del calore da misurare è così grande, che in esperienze recenti mi riusciva quasi impossibile stabilire quando la suddetta penetrazione poteva considerarsi come ultimata; quindi la correzione per l'effetto della temperatura esterna era notevole e l'errore per l'incompleta penetrazione era probabilmente non trascurabile.

Inoltre la mancanza di agitazione nel liquido di questo calorimetro può dar luogo ad un altro errore, perchè per effetto della convezione il liquido più caldo va in alto, quindi le pareti del recipiente si riscaldano e si dilatano disugualmente, più in alto che in basso, ciò che può dar luogo a curvature o deformazioni che causino una variazione anormale della capacità. Finalmente la ripartizione non uniforme del calore rende quasi impossibile lo stabilire esattamente qual'è l'azione della temperatura ambiente in tutto il tempo non breve nel quale avviene la penetrazione del calore.

Questi inconvenienti si evitano del tutto o in massima parte, quando il liquido venga agitato. Così, se si ha cura di saldare il tubo ricevitore del calore (nel quale il calore da misurare viene generato o introdotto) un po' lontano dall'asse di figura del calorimetro, e se inoltre si sono fissate alle pareti interne del calorimetro alcune palette e durante la determinazione s'imprime al calorimetro un movimento alternativo di rotazione in sensi opposti, anzitutto il tubo ricevitore viene condotto in giro per il liquido ancora immobile o diretto in senso contrario e quindi viene a contatto successivamente con diverse parti di questo e loro cede il calore da misurare con tanta rapidità quanto è possibile date le dimensioni, lo spessore e la natura delle pareti del tubo; inoltre, per effetto del tubo stesso e delle palette, il liquido viene rimiscolato e la temperatura del liquido e delle palette diviene uniforme.

Sarà evidentemente utile anche di facilitare il passaggio del calore fin sulle pareti del tubo ricevitore, quindi questo dovrà contenere un liquido che faciliti questo passaggio e

perciò venga anch'esso rimescolato, ciò che si ottiene facilmente fissando al coperchio del tubo una o più astine che peschino fino al fondo del liquido, e che siano un po' distanti dall'asse del tubo; esse, partecipando al movimento di rotazione del calorimetro, agitano il liquido nel quale sono immerse.

Un effetto che può essere nocivo, deriva dall'agitazione suddetta, comunque essa si produca; esso consiste in ciò che gli scambi di temperatura coll'esterno e quindi la correzione relativa vengono aumentati, anzi nelle mie esperienze talvolta m'è occorso che essi cambiassero di segno, cioè che il calorimetro perdesse lentissimamente calore se lasciato in quiete e invece ne acquistasse con mediocre rapidità se fatto ruotare, senza che l'effetto potesse essere attribuito ad una trasformazione di movimento in calore, poichè era minima la quantità di energia dinamica impiegata. Quest'effetto è certo dovuto alle condizioni ambientali poco propizie nelle quali operavo, appare tuttavia evidente la necessità che la temperatura ambiente sia pochissimo diversa da quella del calorimetro e che varii poco e regolarmente; in tali condizioni l'agitazione, rendendo regolare lo scambio di calore coll'ambiente, non può che essere utile.

La sensibilità che si può ottenere con questo metodo è certo superiore a quella che si ottiene col calorimetro di Bunsen; in questo una caloria fa fondere circa gr. 0,0125 di ghiaccio producendo una contrazione di circa $1,4 \text{ mm}^3$, mentre nel termocalorimetro con benzina di petrolio si ottiene una dilatazione di circa 3 mm^3 per caloria, ed una maggior dilatazione potrebbe ottenersi con liquidi più dilatabili e di minor capacità calorifica per centimetro cubo. Anche nel calorimetro Bunsen sarebbe possibile usare il suddetto modo di agitazione diminuendo così la durata della preparazione,

Riguardo al liquido più opportuno, è da notare che il mercurio ha il pregio che la sua dilatazione ed il suo calore specifico sono ben noti e costanti nei limiti della temperatura ambiente, però la sua grande densità, il suo prezzo, la proprietà di disciogliere molti metalli, ne rendono l'uso incomodo e la piccola dilatabilità termica e la grande tensione superfi-

ziale, che impedisce l'uso di tubi troppo capillari, diminuiscono la sensibilità. La conducibilità termica del mercurio non presenta tanta utilità, poichè la trasmissione del calore è agevolata dall'agitazione. L'acqua ha pure il vantaggio della dilatabilità e capacità termica ben note, e l'inconveniente della piccola dilatabilità che inoltre varia molto colla temperatura. Perciò feci uso di alcool del commercio e di benzina di petrolio, e questa mi parve preferibile.

Sperimentai con parecchi calorimetri che avevano tutti la forma cilindrica coll'asse verticale e che avevano pure verticale il tubo ricevitore del calore ed il tubo graduato sul quale si osservava la dilatazione del liquido. Sebbene le condizioni di temperatura dell'ambiente fossero molto sfavorevoli, siccome si trattava di esperienze di orientamento non presi molte cure per rimediarvi e mi contentai di circondare il calorimetro con un altro recipiente a parete semplice, di dimensioni poco maggiori per difenderlo alquanto dalle correnti d'aria e dalle irradiazioni.

In un'altra Nota descriverò alcune esperienze eseguite con questi calorimetri ed altre applicazioni dello stesso modo di agitare il liquido.

**INTORNO AD UN NUOVO APPARECCHIO PER LA DETERMINAZIONE
DELL'EQUIVALENTE MECCANICO DELLA CALORIA E AD ALCUNE MODIFICAZIONI
DEL CALORIMETRO SOLARE, DEL DILATOMETRO, DEL TERMOMETRO
E DEL PSICROMETRO.**

Nota di G. GUGLIELMO ¹⁾.

In una Nota precedente (*Rendiconti dell'Acc. dei Lincei*, 2° sem. 1902) ²⁾ ho descritto un modo semplice per rimescolare un liquido contenuto in un recipiente chiuso ermeticamente da tutte le parti.

Nella stessa Nota ho descritto l'applicazione di questo

1) Largo sunto della Nota pubblicata nei Rendiconti della R. Accademia dei Lincei, vol. 12, 1° sem., serie 5., fasc. 6, 1903.

2) Vedi anche a pag. 408 del presente volume.