

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCXCIX.
1902

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XI.

2° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1902

nuvoloso. La cometa si presenta debolissima; il nucleo è stellare di 12^{ma} grandezza, e la nebulosità abbraccia un diametro di circa 15".

Il luogo rigoroso, ottenuto al grande equatoriale di 39 cm., è il seguente:

| | |
|----------------------------|--|
| 1902 Dicembre 6 | 10 ^h 14 ^m 24 ^s R. C. R. |
| Ascensione retta apparente | 7 16 38. 30 (9 ^a .582) |
| Declinazione apparente | — 1° 27' 21". 5 (0. 673) |

Matematica. — *Sulle proprietà aritmetiche delle funzioni analitiche.* Nota I di ONORATO NICCOLETTI, presentata dal Socio DINI.

Questa Nota sarà pubblicata in un prossimo fascicolo.

Fisica. — *Intorno ad un modo per agitare un liquido in un recipiente chiuso e ad una modificazione del termocalorimetro* (1).
Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio BLASERNA.

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 rinchiodere 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. A tal uopo in questo liquido (una miscela di due liquidi o una soluzione di cui volevo determinare la tensione di vapore) si trovava un tubo di vetro a pareti sottili, chiuso alla lampada e contenente parecchi aghi fortemente magnetizzati, di peso tale che il tubo galleggiasse (o in generale che l'azione risultante della gravità fosse nulla). In tal modo questo tubo obbediva anche ad una piccola forza magnetica, e potevo farlo urtare violentemente e successivamente contro le pareti opposte del recipiente, ser-

(1) Lavoro eseguito nel Gabinetto fisico della R. Università di Cagliari.

vendomi d'una piccola calamita a ferro di cavallo collocata fuori del bagno o del ghiaccio che circondava il recipiente.

Kohlrausch nel suo ottimo *Lehrbuch der praktischen Physik*, attribuisce questo modo di agitare un liquido rinchiuso in un recipiente al Foreh (Wied. Ann., 1895, t. 55, pag. 105) il quale l'ha usato assai dopo di me, servendosi d'una disposizione molto più complicata. Siccome egli usava un molinello con ferro dolce anzichè con magneti, doveva servirsi d'un campo magnetico intenso, prodotto da 4 elettrocalamite immerse nel bagno, per poter indurre nel ferro una magnetizzazione abbastanza intensa.

Attualmente la rotazione d'un molinello contenente ferro o magneti, o anche semplicemente metallico potrebbe prodursi più comodamente colle note disposizioni che producono un campo magnetico rotante mediante correnti polifasi.

Nuovo modo per rimescolare il liquido. L'uso dei metodi precedenti richiede una costruzione ed una preparazione più o meno complicata; non è esclusa la possibilità di un guasto che renda il meccanismo inattivo senza che ciò apparisca al di fuori; e finalmente essi non sono bene applicabili 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 liquido nei primi momenti rimarrebbe per inerzia quasi completamente immobile e solo in seguito per effetto dell'attrito interno il movimento rotatorio si propagherebbe dalle pareti verso l'asse; comunque, questo movimento del liquido sarebbe regolare e non produrrebbe quasi nessun rimescolamento delle varie parti.

Se invece le pareti interne del recipiente son provviste di palette, queste al principio della rotazione vanno ad urtare nel liquido ancora immobile e comunicano ad alcune parti di esso velocità e pressioni svariate in grandezza e direzione, per effetto delle quali e della forza centrifuga avviene il rimescolamento colle parti ancora immobili o con diverso moto. 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.

Se la rotazione continuasse indefinitamente, tutte le parti del liquido finirebbero per acquistare la stessa velocità angolare, quella del recipiente, e si muoverebbero come un solido senza scambio apprezzabile fra le varie parti; se però improvvisamente fermiamo il recipiente, il liquido per inerzia continua a ruotare, alcune parti di esso passano senza ostacolo fra le pa-

lette, altre vi urtano, cambiano direzione e vanno fra mezzo alle prime producendo così la mescolanza desiderata. Producendo quindi una rotazione in senso inverso, si riproduce il fenomeno già considerato e così di seguito.

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 bucherellate. 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, tanto che sarebbe difficile stabilire sperimentalmente quale sia la migliore; 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. Potrebbe credersi che fosse possibile ottenere una viva agitazione del liquido anche con un recipiente a pareti lisce facendolo ruotare attorno ad un asse diverso da quello di figura, e che in questo caso le pareti agiscano come una grande paletta, però l'esperienza dimostra che così s'ottiene un rimescolamento piccolo o nullo, perchè in questa rotazione, che può considerarsi come la risultante di una serie di traslazioni e rotazioni attorno all'asse di figura, niente tende a produrre una mutua compenetrazione delle varie parti del liquido.

Si può rendere evidente l'efficacia del modo suddetto di agitazione, collocando un grosso bicchiere o una bottiglia pieni d'acqua sopra un tavolo qualsiasi o meglio sopra un sostegno che si possa facilmente far ruotare, e versando nell'acqua alcune gocce di una soluzione diluita di fucsina o fluoresceina. Se le gocce cadono da piccola altezza e da un tubo capillare, esse prendono nell'acqua la forma (che non è essenziale per lo scopo presente) di anelli, probabilmente simili a quelli vorticosi di fumo, ma che prontamente perdono la loro velocità di caduta e rimangono sospesi nell'acqua, allargandosi e ingrossandosi molto lentamente, e diventando in proporzione più sbaditi, ma tuttavia persistendo per un tempo molto lungo. In un recipiente nel quale avevo versato gocce di fucsina e fluoresceina dopo molti giorni le colorazioni apparivano ancora separate (per effetto della piccolezza della pressione interna delle sostanze coloranti) l'una in basso l'altra in alto nel liquido.

Se si fa ruotare senza scosse il recipiente che contiene gli anelli o le colorazioni suddette attorno ad un asse verticale che sia o no quello di figura,

gli anelli partecipano al movimento di rotazione del liquido che si propaga man mano verso l'asse, ma pur tuttavia continuano a persistere per molto tempo. Se invece nel bicchiere si colloca una ruota a palette coll'asse verticale fissa su di un piede di piombo, oppure se nella bottiglia s'introducono alcuni tubi o aste un po' distanti dall'asse e dopo prodotti gli anelli si fa ruotare il recipiente alternativamente in sensi opposti, la perturbazione nella massa del liquido è così viva che gli anelli sono distrutti quasi istantaneamente e la colorazione prestissimo diviene ripartita uniformemente.

Questo effetto che è più visibile nei grandi recipienti si produce anche entro tubetti di pochi millimetri di diametro; invece in recipienti privi di palette o di aste che si fanno ruotare attorno ad un asse diverso da quello di figura, gli anelli non subiscono che una perturbazione relativamente leggera. Il caso comune d'un sale che si fa sciogliere in un bicchiere con un solvente, muovendo circolarmente il bicchiere, è un po' diverso, ma tuttavia il rimescolamento è minore di quello che si otterrebbe con una spatola, mossa in giro o fissa alle pareti.

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, e si misura quest'aumento di temperatura con un termometro, solo una piccola parte del calore che si vuol misurare è impiegata a produrre l'effetto che serve di misura, mentre l'altra parte di gran lunga maggiore è impiegata a riscaldare il liquido e a produrvi una dilatazione di cui non si tien conto. Ne risulta che la sensibilità massima di cui il metodo è suscettibile è piccola e tanto minore quanto minore è la capacità calorifica del termometro rispetto a quella totale del termometro e del liquido. Si può bensì aumentare la sensibilità del termometro e così quella della determinazione, aumentando la capacità del bulbo e diminuendo la sezione del tubo del termometro; ma con ciò si va incontro a gravi inconvenienti, quali la lentezza colla quale il termometro si mette in equilibrio di temperatura, e le irregolarità del movimento della colonna causate dalla dilatabilità del bulbo e dalla notevole pressione capillare del menisco.

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 varî fisici non incontrarono molto favore ed esso viene conside-

rato 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 poco 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; ed a tale scopo mi pare che la disposizione meccanica sopra descritta sia per moltissime ragioni e senza confronto più adatta di quelle fondate sulle azioni magnetiche o elettromagnetiche. 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 con-

dotto 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 rimescolato 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 vari poco e regolarmente; in tali condizioni l'agitazione, rendendo regolare lo scambio di calore coll'ambiente, non può che essere utile. A causa delle suddette condizioni poco propizie, non ho potuto osservare una relazione decisa fra la dilatazione o contrazione del liquido in un minuto per effetto della temperatura esterna ed il modo col quale veniva effettuata l'agitazione, cioè secondo il numero di rotazioni alternative per minuto e secondo che queste si succedevano continuamente o ad intervalli; risultò solo, ciò che è evidente, che l'agitazione faceva aumentare le suddette variazioni tanto più quanto maggiori esse erano.

Gli scambi di calore coll'ambiente si potrebbero diminuire grandemente tanto da renderli praticamente nulli o innocui usando recipienti a doppia parete, inargentati nelle faccie prospicienti e col massimo vuoto framezzo, quali si usano per la conservazione dell'aria liquida ecc.

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 mm³, mentre nel termocalorimetro con benzina di petrolio si ottiene una dilatazione di circa 3 mm³ per caloria, ed una maggior dilatazione potrebbe ottenersi con liquidi più dilatibili 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 superficiale, 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.

I modi per produrre la rotazione sono svariati e facilmente immaginabili; io mi servii sempre dei comuni sostegni a tavolino nei quali un piatto orizzontale di ghisa è sostenuto da un'asta verticale centrata che può ruotare ed esser sollevata e abbassata entro un tubo verticale sostenuto da tre piedi. Per rendere il movimento più dolce e regolare avevo turato in fondo questo tubo con un pioletto di legno sormontato da un chiodo a testa rotonda la quale faceva da pernio sul quale riposava e ruotava l'asta suddetta; inoltre alla parte superiore del tubo sostegno avevo collocato internamente alcuni giri sovrapposti di lamina sottile di packfong, che facevan da cuscinetto entro il quale l'asta un po' unta girava con pochissimo attrito e senza tentennare. Sul piatto era fissato con morsette un disco di legno nel quale erano impiantati tre aghi saldati al calorimetro e che gli servivano da piedi. Più semplicemente questo disco avrebbe potuto ruotare attorno ad un grosso chiodo sporgente da un piano orizzontale e penetrante in un tubetto d'ottone piantato nel centro del disco secondo l'asse.

Per produrre la rotazione avvolsi e legai solidamente al piatto e al disco suddetti una larga striscia di cartone che formava un tamburo, sul quale si avvolgeva per uno o due giri lo spago motore orizzontale i cui estremi passavano su due rulli orizzontali e terminavano con due pesi uguali; tirando questo spago in un senso o nell'altro, il tamburo ed il calorimetro ruotavano attorno ad un asse verticale. Per far sì che il calorimetro all'estremità della

corsa prenda sempre una stessa orientazione tale che la scala del tubo graduato sia ben visibile dall'osservatore, è bene che lo spago sia fissato solidamente in un punto al tamburo; allora la corsa dello spago in un senso è invariabilmente terminata quando il punto d'attacco trovasi sulla retta che congiunge l'asse di rotazione ed uno dei rulli.

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

Fisica — Sull'uso del reticolo di diffrazione nello studio dello spettro ultravioletto (1). Nota del dott. R. MAGINI, presentata dal Corrispondente BATTELLI.

1. In un lungo lavoro che ho ancora in corso sul campo spettrale ultravioletto, ho avuto occasione di portare delle modificazioni all'ordinario metodo di uso del reticolo di Rowland per lo studio dei raggi più refrangibili.

Credo utile pertanto darne una breve relazione, in attesa della pubblicazione dell'intero lavoro.

Io avevo bisogno di uno spettro molto intenso e molto ricco di righe e di bande.

La prima di queste necessità si presenta nella maggior parte dei lavori con lo spettro ultravioletto, perchè soltanto allora riesce facile e rapido l'esame dei raggi d'onda più corta, quasi sempre deboli e facilmente assorbibili dai mezzi interposti.

La seconda condizione, cui non è possibile soddisfare se non osservando sovrapposti gli spettri emessi contemporaneamente da vari corpi, conduce ad una grande complessità di righe e di bande e richiede quindi una grande dispersione affinchè riesca poi possibile distinguere e misurare gli elementi di quei complessi che differiscono per frazioni piccolissime di lunghezza d'onda. Per questa ragione non è allora possibile adoperare lo spettro ultravioletto del primo ordine che, pur essendo sufficientemente luminoso, possiede una dispersione troppo debole.

Lo spettro del secondo ordine, cui bisognerebbe allora ricorrere, presenta altri difetti: è poco luminoso e gli si sovrappongono spettri di altri ordini; cioè da una parte lo spettro luminoso del primo ordine a cominciare dal violetto e dall'altra l'estremo ultravioletto del terzo.

La presenza di questi spettri rende penosa l'interpretazione delle osservazioni e ne maschera i risultati; bisognerebbe allora procedere alla separazione per mezzo dei prismi di quarzo. In tal modo però può venire a man-

(1) Lavoro eseguito nell'Istituto di Fisica dell'Università di Pisa.