

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXI.

1914

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXIII.

1° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL CAV. V. SALVIUCCI

1914

Meccanica celeste. — *Esame analitico della teoria del Fabry e del Crommelin sull'origine delle comete.* Nota del dott. ing. G. ARMELLINI, presentata dal Socio T. LEVI-CIVITA.

Matematica. — *Sur la représentation des fonctionnelles continues.* Nota II di R. GATEAUX, presentata dal Socio V. VOLTERRA.

Fisiologia. — *Sull'adattamento degli Anfibi all'ambiente liquido esterno mediante la regolazione della pressione osmotica dei loro liquidi interni. Importanza dei sacchi linfatici e della vescica urinaria.* Nota di BRUNACCI, presentata dal Socio L. LUCIANI.

Le precedenti Note saranno pubblicate nel prossimo fascicolo.

Fisica. — *Sull'uso dei reticoli di diffrazione nella misura della dilatazione termica od elastica dei cristalli.* Nota II di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

Per acquistiar conoscenza della pratica dal metodo descritto nella Nota antecedente, ho determinato con esso il coefficiente di dilatazione termica del bronzo da telescopi d'un buon reticolo (*Best*) di Rowland, concavo, di 3 metri di raggio, lungo 8,5 cm. e con 568 linee per millimetro.

L'estensione ed il potere riflettente di questo reticolo erano certo maggiori di quelli che si potrebbero ottenere sulla faccia d'un cristallo, e quindi gli spettri erano più nitidi e brillanti; però è anche da notare che la piccola divergenza dei raggi solari coi quali ho sempre sperimentato, non mi permetteva di giovarmi di tutta l'estensione del reticolo, ma solo di pochi centimetri di esso. Inoltre l'apparecchio provvisorio, messo su con i soliti sostegni da laboratorio, comodi ma imperfetti, richiedeva molteplici adattamenti, spesso contrastanti e non molto stabili, per ottenere le migliori condizioni per l'osservazione; cosicchè spesso queste condizioni erano già inizialmente non ottime, e peggioravano nel corso dell'esperienza (tanto che, qualche volta, essa riusciva perciò vana), dimodochè è probabile che, coll'evitare queste deficienze, possa esser compensata la minor bontà del reticolo.

Due cause di spostamenti delle righe non considerate nel calcolo precedente perchè irregolari ed evitande, sono gli spostamenti del reticolo e

quelli dei raggi incidenti sulla sua superficie quando l'oculare non è bene in foco.

Non credendo di poter ottenere l'immobilità assoluta del reticolo, ho cercato di procedere in modo da poter eliminare o correggere gli effetti di questi movimenti. Prima ho disposto la fessura sul centro di curvatura del reticolo, dimodochè i raggi incidenti fossero perpendicolari alla sua superficie e producessero quindi due serie simmetriche di spettri nelle quali le righe, per effetto del riscaldamento, si spostavano in sensi opposti, mentre, per effetto dei movimenti del reticolo si spostavano nello stesso senso, quindi sulla media dei valori assoluti degli spostamenti d'una riga in due spettri simmetrici i piccoli spostamenti del reticolo non influivano.

In seguito, poichè gli spettri simmetrici avevano luminosità molto diverse, vollen osservare nel modo indicato dal Rowland e generalmente seguito: cioè scambiai le posizioni della fessura e dell'oculare, che quindi era diretto perpendicolarmente al reticolo, e verificai la posizione di questo, per le necessarie correzioni, osservando (coll'oculare stesso) l'immagine, prodotta da esso, di un'astina o di una fessura verticale fissa all'oculare, convenientemente illuminata.

Ho usato finalmente un'altra disposizione molto comoda: collocai cioè l'oculare presso la fessura (allato o al disopra) dimodochè fosse approssimativamente $i = e$ ed ho verificato la posizione del reticolo nel modo ora detto, ma con un apposito oculare perpendicolare ad esso.

Per mettere in fuoco l'oculare, non era sufficiente di spostarlo finchè le righe dello spettro apparissero nitide, giacchè, per effetto della ristrettezza del fascio e della grande distanza focale, la posizione così ottenibile era molto incerta; invece spostavo lo specchio del portaluca in modo che i raggi incidenti si muovessero da un lato all'altro del reticolo. Se l'oculare era bene in fuoco le righe rimanevano immobili; se queste si muovevano l'oculare non era in fuoco, e dal senso del movimento si deduceva facilmente (seguendo sulla carta l'andamento dei raggi) se l'oculare era troppo vicino al reticolo, o troppo lontano.

È tuttavia da notare che, ad eccezione dello spettro normale osservato colla 2^a delle suddette disposizioni, tutti gli altri sono più o meno inclinati (tanto più, quanto maggiore è $\cos e$) rispetto al piano focale dell'oculare: quindi una sola riga può trovarsi esattamente su di esso, e per essa sola l'oculare è esattamente in foco; per le altre a destra o a sinistra, l'oculare è o troppo lontano o troppo vicino al reticolo. Tuttavia queste differenze sono piccole.

Nelle prime esperienze, il reticolo, all'aria libera, era tenuto ad uno degli angoli inferiori con una morsa di ferro, mentre l'altro angolo riposava sopra un tubo di quarzo collocato sopra un piano molto stabile che sosteneva anche la morsa.

Il centro di curvatura del reticolo si trovava sulla fessura (verticale come le linee dello stesso); osservavo le due righe del sodio nei due spettri di 1° ordine, con due oculari di Mittenzwey (Huygens), di 20 mm. di distanza focale equivalente, provvisti di micrometri oculari (1 cm. diviso in decimi di millimetro), collocati nel piano focale fra le due lenti. Questi oculari, molto comodi per la grande ampiezza del campo, danno presso gli orli un ingrandimento un po' diverso che al non centro. Feci le opportune correzioni osservando, coll'aiuto d'un buon obiettivo, un oggetto lontano cilindrico e quante divisioni questo occupava al centro e presso gli orli.

Riscaldavo il reticolo passando rapidamente e ripetutamente sul suo dorso una fiamma Bunsen, e poi lo lasciavo raffreddare liberamente, cioè lentamente, grazie alla gran massa ed al piccolo potere emissivo. Determinavo la sua temperatura mediante una coppia rame-costantino premuta contro la faccia anteriore, ricoperta essa coppia da un dischetto di foglia di rame, che facilitava l'uniforme distribuzione della temperatura, e da un disco di panno spesso (sovrapposto al rame) che difendeva la coppia dall'azione raffreddante dell'aria esterna. Volevo saldare la coppia ad un lato del reticolo; ma, a contatto del saldatore ben caldo, si produsse nel bronzo una scheggia lunga 2 cm., spessa all'incirca 1 mm., che venne proiettata parecchi decimetri lontano.

Qualche volta, giovandomi d'una profonda cavità rimasta nel getto del bronzo fuso e situata proprio nel mezzo del dorso del reticolo, collocai la coppia suddetta in questa cavità che avevo riempita di petrolio; due coppie identiche collocate simultaneamente nei due modi suddetti, davano indicazioni eguali. L'altra coppia termoelettrica, costantino-morsetto, era all'aria libera a contatto con un termometro a mercurio.

Le intensità della corrente erano misurate da un galvanometro Wiedemann, di cui avevo determinato la sensibilità in gradi termometrici collocando la coppia termoelettrica, entro un tubo di vetro, nella stufa per il punto 100° dei termometri.

Durante le esperienze osservavo successivamente la deviazione nel galvanometro, la posizione delle righe nei due spettri, e poi nuovamente la deviazione del galvanometro e la temperatura dell'ambiente; e ripeteva queste osservazioni ad intervalli di un quarto d'ora o più.

Sebbene in queste esperienze, più che altro d'orientamento, si possano essere insinuate gravi cause d'errore (alcune delle quali ho man mano riconosciuto ed eliminato), credo utile di riferire alcuni risultati. Nella seguente tabella si trovano nella prima linea le temperature medie del reticolo, e nella seconda gli spostamenti medii osservati (delle righe del sodio nei due spettri di 1° ordine), espressi in divisioni del micrometro:

Temperatura . . .	25°	40°,4	57°,5	41°,4	36°,4	32°,4
Spostamento . . .	0	3,6	6,6	3,9	2,9	2,1

La distanza delle due righe del sodio era di 9,8 divisioni.

Non ho creduto conveniente di ricavare lo spostamento più probabile per il riscaldamento di 1°, combinando due a due le suddette osservazioni, e facendo la media dei valori; e neppure ho creduto utile di applicare il metodo dei minimi quadrati. Mi è parso invece preferibile di procedere graficamente, ed ho segnato su carta millimetrata 6 punti aventi per ascisse le temperature, per ordinate gli spostamenti corrispondenti. Essi punti avrebbero dovuto trovarsi all'incirca sopra una sola linea retta; invece (così in questa, come nelle posteriori determinazioni) essi sono disposti su due o più rette parallele, molto vicine, poichè, quando il reticolo, alla fine dell'esperienza, riprendeva la temperatura iniziale, le righe invece rimanevano un po' spostate. Il valore dello spostamento per grado, che si deduce da una o dall'altra di queste rette, è lo stesso: e nella precedente esperienza era di 8,3 divisioni per 40°, cioè

$$\delta a = 83, \delta T = 40^\circ, \lambda_1 - \lambda_2 = 0,6 \mu\mu, a_1 - a_2 = 9,8, \lambda = 589 \mu\mu.$$

Se ne ricava dunque, trascurando le correzioni, $K = 22.10^{-6}$.

In due successive serie di determinazioni, eseguite nello stesso modo, osservai la posizione delle due righe del sodio negli spettri di 2° ordine, la loro distanza essendo, a 26°, di 13,5 divisioni oculari; nella seguente tabella, in cui sono esposti i risultati, nella prima linea trovansi le deviazioni galvanometriche, nella 2ª gli spostamenti delle righe:

δT	50,5	83,5	43,5	22,5	67,5	41,5	30,0	23,6	18,7
$d e$	7,3	11,4	5,4	2,84	8,9	5,8	4,0	3,35	2,1

Procedendo nel modo grafico sopra indicato, per una deviazione galvanometrica di 81 divisioni, ossia per un riscaldamento di 37°, è risultato uno spostamento delle righe di 11,06 divisioni: quindi, $K = 22.10^{-6}$.

Le correzioni, per il variare di i, e, λ , sono complessivamente nulle; difatti $i_1 = i = 0$: quindi $\text{tang } i_1 = 0$ e $d'e = 0$. Inoltre si ha:

$$d''e = \text{tang } e_1 \frac{n}{n-1} \frac{\delta T}{T}, \quad d'''e = - \frac{m\lambda}{s \cos e} \frac{n}{n-1} \frac{\delta T}{T}.$$

Ma dalla (1), per $i = 0$, si ricava $\text{sen } e = m\lambda/s$; e poichè $e = e_1$, i valori di $d''e$ e $d'''e$ risultano uguali e di segno contrario.

In seguito ho sostenuto il reticolo mediante un doppio T orizzontale d'ottone con viti di pressione, fissato ad un'asta pure d'ottone, ed inoltre lo circondai con una scatola di lamina di rame spessa 1 mm., di 11×11×4 cm³, che aveva anteriormente un taglio o finestra orizzontale, alta 1 cm., e larga 10 cm., che lasciava scoperta la parte mediana dell'intero reticolo; riscaldavo questa scatola con una serie di fiammelle e misuravo la temperatura del reticolo nel modo già indicato.

Osservai la posizione delle righe b nello spettro normale di 3° ordine; siccome la lunghezza d'onda delle righe più sottili di questo gruppo, più

comoda per l'osservazione, non mi era nota, la dedussi dalla loro posizione data dal micrometro oculare, riferendola alle righe b_1, b_2, b_4 di lunghezza d'onda nota.

Credo inutile di riferire minutamente i risultati di tre serie di determinazioni eseguite in condizioni poco diverse. Due righe aventi una differenza di lunghezza d'onda $0,97 \mu\mu$ apparivano nel micrometro oculare distanti 33,6 divisioni; quindi 1 divisione corrispondeva a $0,029 \mu\mu$. Un riscaldamento di 50° produsse nelle tre serie spostamenti, in media, di 19,6 divisioni; ne risulta quindi: $K = 21,4 \cdot 10^{-6}$. Anche in questo caso le correzioni sono complessivamente nulle.

In seguito ho collocato il reticolo entro un bagno d'aria completamente chiuso, formato da un recipiente d'ottone a modo di campana, a doppia parete, riposante sopra un disco di rame provvisto d'un foro, per cui passava l'asta che portava il reticolo. L'intervallo fra le due pareti era aperto in alto, ma munito di coperchio; era ripieno d'acqua e conteneva un serpentino in cui facevo passare una corrente di vapor d'acqua a 100° . Un tubo orizzontale d'ottone, di 3 cm. di diametro, ad un lato del bagno, a metà altezza, ne attraversava le due pareti, alle quali era saldato; esso veniva chiuso con un disco di vetro a faccie piane e parallele, attraverso il quale entravano i raggi incidenti ed uscivano quelli emergenti, poichè, per evitare la necessità di due tubulature, orientavo il reticolo in modo che i raggi incidenti che formavano le righe da osservare avessero la stessa direzione dei raggi emergenti. Per verificare la posizione del reticolo facevo girare la campana suddetta, che ne era affatto indipendente, finchè la tubulatura fosse perpendicolare alla superficie del reticolo ed osservavo (nel modo già indicato) la posizione del l'immagine di un'astina o di una fessura.

Osservai ancora la posizione delle righe b , ma nello spettro di 4° ordine. Sarebbe stato possibile di osservarle, con aumento della sensibilità, negli spettri di 5° e di 6° ordine; ma la poca luminosità ed il sovrapporsi degli spettri rendeva più difficile di riconoscere le righe.

Nelle suddette condizioni, due righe aventi lunghezze d'onda che differivano di $1,38 \mu\mu$ apparivano nell'oculare distanti 71 divisioni: quindi 1 divisione corrispondeva a $0,019 \mu\mu$.

Per una deviazione galvanometrica di 100 divisioni, ossia per un aumento di temperatura di $36^\circ,5$, ottenni uno spostamento, delle righe, di 21,5 divisioni, ossia di $0,4085 \mu\mu$. Quindi $K = 0,4085/517 \times 36,5 = 21,6 \cdot 10^{-6}$, senza le correzioni.

Poichè i raggi incidenti e quelli emergenti erano perpendicolari al disco di vetro, era $i_1 = 0$, $e_1 = 0$: quindi $d'e = 0$, $d''e = 0$. Rimane $d'''e = 0,8 \cdot 10^{-6}$: quindi $K = 22,4 \times 10^{-6}$.

Questi valori ottenuti pel coefficiente di dilatazione del bronzo dei reticoli, sono un po' maggiori di quelli dati dalle Tavole di costanti fisiche, pel bronzo da telescopi.