

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI

ANNO CCCXIV.

1917

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVI.

2° SEMESTRE.



ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1917

Alla stessa relazione $pv^k = \text{costante}$ si giunge più semplicemente ponendo nella (9) $dq = 0$, portando il secondo termine nel secondo membro e dividendo per la (4) ed integrando (1).

Concludendo, mi pare che Laplace e Poisson abbiano contribuito a gara ed in misura pressochè uguale alla formula della velocità del suono ed a quella delle variazioni adiabatiche.

Laplace ha ottenuto due equazioni dalle quali appare o si deduce facilmente una delle formule adiabatiche, ma di esse non si è occupato, e difatti neppure si è curato di dare il facile integrale della (6) che è appunto la prima formula. Poisson invece ha cercato ed ottenuto due delle formule adiabatiche (da cui facilmente si deduce la terza) mediante due ragionamenti, uno dei quali fu già usato da Laplace. A me parrebbe che autore delle formule debba dirsi Poisson che le ha cercate e trovate e non Laplace che avrebbe potuto trovarle, ma non se ne è occupato.

Fisica. — Dimostrazione sperimentale della costanza di velocità della luce riflessa da uno specchio in moto. Nota di QUIRINO MAJORANA, presentata dal Socio P. BLASERNA (2).

Mi riferisco a quanto ho esposto in una precedente Nota, e indico ora il metodo adottato e i risultati ottenuti, studiando il valore della lunghezza d'onda di un raggio di luce monocromatica, riflesso da uno specchio in moto. Ricordo anzitutto che molti sono i lavori teorici sull'argomento, e fra essi cito quelli di Abraham, Plank, Edser, Larmor, Brown, Harnack. Essi fanno del problema sia uno studio puramente geometrico, sia un'applicazione della teoria elettromagnetica.

Senza entrare nella discussione di tali studi, possiamo accettare le conclusioni di Harnack (3) circa la frequenza delle vibrazioni riflesse da uno specchio in moto uniforme. Sia v la velocità di questo normalmente al suo piano, contata positivamente verso la sorgente; c la velocità del raggio di

(1) Non mi pare che si possa dire che in forza del principio dell'equivalenza, dq non è un differenziale esatto, ma piuttosto che esso dà l'espressione analitica di dq e da questa con la nota regola di calcolo differenziale si riconosce se dq è, oppure non è, un differenziale esatto. Così p. es. nel caso importantissimo della fusione o solidificazione, se il corpo non è volatile e trovasi nel vuoto, oppure se la variazione di volume è nulla, la forma primitiva del suddetto principio $dq = du + pdv$ ci dà $dq = du$ e quindi esso c'insegna che dq è un differenziale esatto, perchè lo è du .

Così pure nel caso delle variazioni adiabatiche di stato per un corpo qualunque siccome $dq = 0$, sarà $\partial^2 q / \partial p \partial v = 0 = \partial^2 q / \partial v \partial p$, quindi dq è un differenziale esatto.

(2) Pervenuta all'Accademia il 1° settembre 1917.

(3) Ann. d. Phys., 1912, 39, pag. 1053; 1915, 46, pag. 547.

luce nel vuoto, che incide con l'angolo ϑ sullo specchio; n, n' le frequenze del raggio prima e dopo la riflessione, supponendo sorgente ed osservatore in riposo. Ponendo $\beta = v/c$, sarà:

$$n' = n \frac{1 + 2\beta \cos \vartheta + \beta^2}{1 - \beta^2}$$

la quale si riduce a $n' = n(1 + 2\beta \cos \vartheta)$, trascurando i termini in β^2 . Questa formula è la stessa di quella di Ketteler ⁽¹⁾ adoperata da Belopolski ⁽²⁾ per uno studio sperimentale sull'effetto Doppler, e dedotta semplicemente dalla considerazione che l'immagine della sorgente si muove con velocità $2v$ lungo la normale allo specchio, e che quindi la componente di tale velocità lungo il raggio riflesso è $2v \cos \vartheta$.

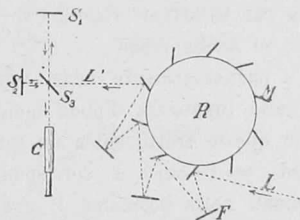
Se si suppone poi che il raggio venga, con opportuni artifici, riflesso con l'incidenza ϑ , k volte su vari specchi mobili ciascuno con la velocità v , sarà $n' = n(1 + 2k\beta \cos \vartheta)$. Per cui, secondo la ipotesi della costanza della velocità della luce, trascurando al solito i termini in β^2 , sarà: $\lambda' = \lambda(1 - 2k\beta \cos \vartheta)$. Supponendo invece che la velocità della luce riflessa varii (sommandosi a $c = 3 \cdot 10^{10}$ cm. la componente lungo il raggio, della velocità dell'immagine), sarà tale velocità $c + 2kv \cos \vartheta$, e quindi, analogamente a quanto fu visto per la sorgente mobile, nella Nota precedente, essendo qui $n'\lambda' = c + 2kv \cos \vartheta$ e $c = n\lambda$, si ha $\lambda' = \lambda$. Si tratta dunque di vedere se sperimentalmente si osserva o no, insieme con l'effetto Doppler, un mutamento nel valore di λ ; rimanendo così confermata o meno, la immutabilità del valore della velocità della luce per la riflessione su specchio mobile. Non ho proceduto all'osservazione dell'effetto Doppler nelle attuali ricerche, analogamente a quanto ha fatto Belopolski, giacchè sul suo valore non vi può essere alcun dubbio; ho voluto invece ricercare se e come varia λ al variare della velocità di specchi mobili, come ora sarà detto.

La disposizione adottata da Belopolski per lo studio dell'effetto Doppler, aveva l'inconveniente della eccessiva sottigliezza del raggio luminoso, necessaria per ottenere riflessioni multiple sullo stesso specchio; con ciò quell'autore era costretto a rilevare fotograficamente e con lunghe pose, lo spostamento delle righe. Io preferisco adottare la disposizione schematica della figura. Una ruota di ottone R orizzontale di 35 cm. di diametro (spessore 6 mm.), capace di compiere sino a 80 giri a l'', porta alla periferia 10 specchi (come M) piani, verticali, di vetro argentato posteriormente, rettangolari di 30×35 mm. La velocità dei centri degli specchi in corrispondenza della massima velocità di rotazione della ruota, risulta dunque di più che 100 m. a l''. Il numero dei giri a l' della ruota è, in ogni esperienza,

⁽¹⁾ Astronomische Undulationtheorie.

⁽²⁾ Communications Ac. Russe, 1900, 13, pag. 461.

determinato acusticamente. Gli specchi, egualmente spazati, sono inclinati ciascuno sul raggio di R passante per il proprio centro di un angolo $\alpha = 29^\circ$. Essi sono fissati solidamente su R mediante congegni a vite capaci di permetterne il rigoroso regolaggio. Il sostegno dei cuscinetti dell'asse di R porta altri specchi fissi, pure verticali come F , il cui numero è di 3 in figura; ma tale numero può a volontà essere ridotto, od accresciuto sino a 9. La posizione degli F e degli M è tale che un fascio di luce parallela L , dopo un certo numero di riflessioni (7 in figura) sugli M e sugli F , può venire raccolta in L' , quando R ha determinate posizioni angolari. Naturalmente la intensità di L' è notevolmente affievolita rispetto ad L ; tale affievolimento è poi molto maggiore se R entra in rotazione, giacchè solo



in certi brevi istanti (10 volte ogni giro) la luce arriva in L' . Praticamente ho osservato, che le quattro riflessioni mobili, e le tre fisse della figura consentono ancora di sperimentare con luce sufficientemente intensa in L' , anche se R è in moto; ciò anche procedendo all'osservazione diretta (cioè senza bisogno di fotografie) del fenomeno luminoso.

Per studiare il valore di λ , la luce L' viene esaminata con il ben noto interferometro di Michelson ⁽¹⁾, indicato schematicamente in figura. È noto che se le distanze S_1S_2 e S_2S_3 sono esattamente eguali, col cannocchiale C , si osservano frangie anche se la luce non è monocromatica, e tali frangie hanno le colorazioni degli anelli di Newton. Non appena interviene una piccola differenza di cammino (anche solo qualche μ) fra i due raggi interferenti, l'osservazione delle frangie non è più possibile con luce bianca. Oc-

(1) Non avendone a mia disposizione, ne ho costruito uno con i seguenti ripieghi che suggerisco a chi volesse fare ricerche analoghe. Il banco di sostegno è quello di una buona macchina a dividere, da cui sono state svitate le parti inutili e aggiunti i congegni di sostegno e regolaggio dell'inclinazione dei tre specchi. La vite della macchina (passo 1 mm.) comanda lo specchio mobile. I tre specchi sono stati ottenuti argentando totalmente o lievemente, lastre di vetro opportunamente scelte. Mi sono servito di preferenza dei vetri rigorosamente a facce piane e parallele tolti da prismi di Steinheil, di cui di solito sono forniti i laboratori; questo materiale è ottimo e risponde perfettamente alla precisione di lavorazione di almeno $\frac{1}{10} \lambda$, necessaria allo scopo (v. Rayleigh, Phil. Mag., 1917, 33, pag. 161).

corre luce monocromatica, e l'ordine di interferenza delle singole frangie cresce al crescere della detta differenza. La loro visibilità permane tanto più, quanto maggiore è la semplicità di struttura delle vibrazioni luminose. Dalle ricerche di Michelson (1) risulta che, sotto tal riguardo, la riga che dà la maggior visibilità di frangie è quella verde del mercurio ($\lambda = 546 \mu\mu$). Le frangie circolari all'infinito sono, in tal caso, visibili anche per una differenza di cammino $l = 2(S_1 S_3 - S_2 S_3) = 40$ cm. Ho quindi adoperato come sorgente luminosa L l'arco a mercurio nel vuoto, la cui luce è opportunamente filtrata a traverso soluzioni di cromato neutro di potassio e di cloruro di nichel, per assorbirne le righe violetta e gialle; ho potuto così osservare abbastanza nettamente le frangie circolari all'infinito col cannocchiale C , anche per $l = 32$ cm. Ma per le attuali ricerche mi sono quasi sempre limitato a fare $l = 13$ cm., od anche meno.

Questa disposizione è particolarmente adatta per rivelare piccolissimi cambiamenti nel valore della lunghezza d'onda incidente; infatti, essendo notevole il valore di l , in questo tratto entra un gran numero di λ (p. e. 200.000, se $\lambda = 0,5 \mu$, ed $l = 10$ cm.) e, corrispondentemente, si possono osservare notevoli spostamenti nella posizione di una frangia.

Così disposta l'esperienza, supponiamo di puntare una frangia, p. e. la prima centrale luminosa, col filo del reticolo di C , quando R si trova nella posizione della figura, o meglio quando gira con trascurabile velocità (1 giro a 1''). Si accresca la velocità di R sino a 60 giri a 1''; si osserva allora nettamente uno spostamento nella frangia puntata, che, se gli specchi mobili vanno incontro al raggio incidente, indica diminuzione di λ ; lo spostamento è poi esattamente eguale e di segno contrario, se la ruota gira in senso opposto con egual velocità, il che indica accrescimento di λ . Per precisare il verso secondo cui avviene lo spostamento, dirò che, considerando il sistema di frangie circolari col cannocchiale all'infinito, il diametro di ciascuna di esse cresce quando gli specchi vanno incontro al raggio incidente, e le frangie stesse si infittiscono, perchè quelle di grande diametro variano poco; il fenomeno è accompagnato dall'uscita di nuove frangie dal centro del sistema. Viceversa quando gli specchi si muovono nel senso di propagazione della luce incidente, il diametro delle frangie diminuisce, esse si diradano, e qualcuna rimane come inghiottita dal centro.

Prima di dire quale sia la misura dello spostamento osservato, cerchiamo di prevederlo, facendo l'ipotesi che la velocità della luce riflessa dallo specchio in moto, sia la stessa di quella della luce incidente. Detto g il numero di giri a 1'' di R , e d il diametro di questa, contato fra i centri di due specchi M opposti, sarà πdg la velocità di traslazione istantanea di questi. Essendo poi essi inclinati per l'angolo α sul raggio della ruota pas-

(1) *Travaux et Mémoires, Bur. int. p. et mes.*, 1895, XI, pag. 146.

sante per ciascuno, la componente di quella velocità, normalmente al loro piano sarà $v = \pi dg \cos \alpha$. Per cui si ha:

$$n' = n \left(1 + \frac{2k\pi dg \cos \alpha \cos \vartheta}{c} \right);$$

e secondo la fatta ipotesi della immutabilità di c , essendo così $c = n\lambda = n'\lambda'$:

$$\lambda' = \lambda \left(1 - \frac{2k\pi dg \cos \alpha \cos \vartheta}{c} \right).$$

Essendo ora l la differenza di cammino dei due raggi interferenti nell'apparecchio di Michelson, il numero delle frangie che si vedrà passare sul filo del reticolo quando λ diventa λ' , ossia quando la velocità di rotazione varia da zero a g giri a 1" sarà:

$$f = \frac{l}{\lambda} \frac{2k\pi dg \cos \alpha \cos \vartheta}{c}.$$

Se poi si procede all'osservazione, partendo dalla posizione delle frangie quando la ruota gira in un senso con velocità g , e rilevando poi la nuova posizione di quelle, per una velocità di rotazione eguale e contraria, il numero di frangie spostatesi sul reticolo sarà $2f$.

Ora, nel mio apparecchio, $d = 38$ cm., $\alpha = 29^\circ$, $\vartheta = 27^\circ$, $k = 4$ (caso della figura); ponendo $\lambda = 0,546 \mu$ (riga verde dell'Hg), $l = 13$ cm., $c = 3.10^{10}$ cm., e $g = 60$ (giri compiuti da R a 1", prima in un senso e poi nell'altro); si prevede, secondo la formola riportata, per la inversione della velocità di R , uno spostamento di frangie $2f = 0,71$.

Effettivamente, procedendo all'esperienza, l'osservazione dà, per il caso citato, uno spostamento compreso fra 0,7 e 0,8 frangie; e non è possibile, per ragioni di visibilità, spingere oltre la precisione della osservazione. Ma, come si vede, la concordanza tra il risultato previsto e l'osservato è sufficiente; essa è poi confermata dalle osservazioni fatte, scegliendo opportunamente altri valori di l e di g , e che, per brevità, non riporto.

I limiti di questa Nota non mi consentono dar notizia delle numerose difficoltà incontrate nella presente ricerca, e degli accorgimenti necessari per procedere ad una osservazione netta e sicura del detto spostamento. Mi riprometto, per altro, di ritornare sull'argomento, in una più ampia prossima pubblicazione.

L'esperienza, dunque, porta alla conclusione che *la riflessione della luce su di uno specchio metallico mobile, non modifica la velocità di propagazione della luce stessa nell'aria, e quindi, con grande probabilità, anche nel vuoto*; ciò almeno nelle condizioni della descritta esperienza.

Questo risultato sperimentale, su cui non può formularsi il menomo dubbio, è nettamente contrario all'ipotesi di alcuni autori, come lo Stewart⁽¹⁾ che, fondandosi sulla teoria emissiva elettromagnetica di Thomson, affermano la possibilità che la luce, dopo riflessione, si propaghi con la velocità $c + v$; dove v è la componente della velocità dell'immagine della sorgente, nella direzione del raggio riflesso.

Per completare queste ricerche è mia intenzione, come ho già accennato, studiare inoltre, con la stessa disposizione interferenziale, la velocità di propagazione della luce emanata da una sorgente posta artificialmente in moto: ma tanto su ciò, che sulle conclusioni generali che da queste ricerche si possono trarre, mi riservo di riferire a suo tempo.

Chimica tecnologica. — *Sui combustibili fossili italiani*⁽²⁾.
Nota II di GIOVANNI SANI, presentata dal Socio KOERNER⁽³⁾.

Il fatto che i pentosani in confronto degli altri idrati di carbonio (eccetto il celluloso) che costituiscono i vegetali presentano una non lieve resistenza agli agenti di idrolisi di origine organica (enzimi idrolitici) ed ai fermenti organizzati, faceva prevedere di trovarli presenti almeno in parte nei combustibili fossili a carbonizzazione non molto avanzata, mentre, in questo concetto, dovevano invece essere scomparsi nelle ligniti picee e nei carboni a disorganizzazione completa o quasi.

Saggi qualitativi hanno indicata marcata la reazione del furfurolo nei primi materiali, nulla nei secondi, sicchè mi sembrò conveniente determinarne la quantità per risalire poi da questa ai composti padri.

Le determinazioni vennero eseguite seguendo il metodo di Counciler alla floroglucina ed anche per queste furono presi, come termini di paragone, gli stessi legni che servirono per le precedenti ricerche.

Ecco i risultati ottenuti:

	Pentosani
Torba leggera (Iseo) ing. Andrea Zuccoli	8.14 %
Torba compatta (Iseo) ing. Andrea Zuccoli	4.00 "
Torba (Campobasso-Pescolanciano) Franzini Gaetano	4.09 "
Lignite xiloide (Perugia Collepepe) Sani ⁽⁴⁾	8.14 "
Lignite xiloide (Spoleto Morgnano) ing. Luigi Fasi. . . .	4.20 "

⁽¹⁾ Phys. Rev., 1911, XXXII, pag. 418.

⁽²⁾ Lavoro eseguito nel Laboratorio di Chimica agraria del R. Ist. Sup. di Agric. di Perugia.

⁽³⁾ Pervenuta all'Accademia il 10 settembre 1917.

⁽⁴⁾ In questa lignite ho trovato delle esclusioni di resina che ne indicherebbero l'origine probabile.