

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

Noi vediamo dunque che la lega in studio presenta una *diminuzione di resistenza*; diminuzione gradualmente maggiore per campi magnetici via via più intensi. Col campo massimo raggiunto nelle misure, di 30.000 gauss, la diminuzione di resistenza importa 0,6 ohm, corrispondente ad una diminuzione relativa di $5,4 \cdot 10^{-3}$.

Ora, poichè la diminuzione di resistenza per un campo magnetico trasversale, ossia l'effetto Hall longitudinale negativo, è — come ho ricordato prima — caratteristica dei materiali ferromagnetici, noi concludiamo così che anche in riguardo a questo fenomeno le leghe di Heusler possono classificarsi insieme colle altre sostanze ferromagnetiche. Più precisamente, esse si comportano, almeno in modo qualitativo, come il cobalto e come alcuni campioni di ferro.

Non rimane, così, che un solo fenomeno, l'effetto Kerr, che contraddistingue le leghe magnetiche di rame, manganese, alluminio, dagli altri materiali magnetici. Senonchè le esperienze in proposito sono state eseguite finora da un solo sperimentatore; onde, per la loro importanza, meriterebbero ulteriore conferma.

Fisica. — *Intorno ad un condensatore sferico o conico per l'illuminazione laterale nei microscopii.* Nota di G. GUGLIELMO, presentata dal Socio P. BLASERNA.

I vari condensatori usati in microscopia per l'illuminazione laterale a fondo oscuro, sono costruiti per scopi e condizioni ben determinate e sono destinati principalmente ai medici e naturalisti, ed un fisico in molti casi non può giovarsene.

Dopo aver acquistato parecchi di questi condensatori ed aver trovato ostacolo al loro uso in questo inconveniente, ho cercato di costruirne in modo facile, usando sottili zone sferiche o coniche, tagliate da palloncini o da imbutini (scelti come i più regolari) ed inargentate all'esterno.

Essi erano certo imperfetti (ed inoltre, di solito, le condizioni teoriche d'illuminazione non erano che imperfettamente soddisfatte) però si prestavano a qualsiasi adattamento, dimodochè con un solo di essi ho ottenuto facilmente che fossero visibili così le particelle ultramicroscopiche del vetro rubino d'oro, come le particelle sospese ed in movimento browniano, nei liquidi e nei gaz, ciò che avrebbe richiesto tre diversi condensatori dei soliti e non pochi accessori.

È chiaro che i condensatori sferici (e specialmente quelli conici) non possono essere usati utilmente con luce parallela. Se ABCD è la sezione meridiana di una sottile zona sferica, i raggi paralleli all'asse, dopo riflessi dall'arco AB, si concentreranno in un breve arco di caustica molto lontano

dall'asse medesimo; lo stesso avverrà per i raggi rifless dall'arco CD e nelle altre sezioni meridiane, e s'otterrà così un anello intensamente illuminato attorno e fuori del campo del microscopio. Essi raggi s'incontrano poi sull'asse in una lineetta alta quanto la zona o più; saranno quindi illuminate molte parti che non si trovano alla distanza conveniente dall'obbiettivo, con diminuzione della luce utile e con produzione di luce diffusa nociva.

In generale, i raggi di luce provenienti da un punto sull'asse e riflessi dall'arco di circonferenza AB non potranno incontrarsi in un punto pure sull'asse. Perchè ciò avvenisse, dovrebbe l'arco di circonferenza poter essere assimilato ad un arco d'ellisse avente per fochi i suddetti due punti; ora ciò non è possibile neppure approssimativamente (ad eccezione del caso che la

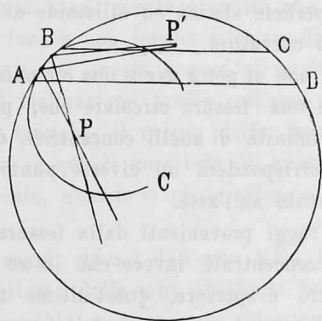


FIG. 1.

zona diventi una calotta), perchè i due archi non hanno lo stesso raggio di curvatura.

Se però si considera che i raggi emessi da un punto P' sull'asse, dopo riflessi sull'arco di circonferenza brevissimo AB, s'incontreranno approssimativamente in un punto P fuori dell'asse (o, più esattamente, in un breve arco di caustica), si vede che i raggi provenienti dal punto P, dopo riflessi possono concentrarsi reciprocamente in un punto P' sull'asse ed opportunamente situato.

Riferendosi al paragone dell'arco di circonferenza con quello d'ellisse, si ha che questa, se è soggetta alle condizioni di avere un foco in P' e di esser tangente all'arco di circonferenza, non è completamente determinata e potrà esser assoggettata alla condizione di avere un triplice punto di contatto coll'arco di circonferenza, e quindi lo stesso raggio di curvatura.

Facendo ruotare, la figura, di 360° attorno all'asse P'C, il punto P' rimarrà immobile, l'arco AB descriverà la zona sferica ed il punto P descriverà una circonferenza.

Si potrà dunque ottenere che i raggi riflessi dalla zona sferica, nelle varie sezioni meridiane, si incontrino in un punto dato sull'asse, usando come sorgente di luce una circonferenza o sottil anello di raggio determinato, a una distanza determinata, che emetta luce (utilmente) sotto un piccolo angolo in una direzione determinata.

È bensì vero, che ogni punto P di questa circonferenza emetterà anche raggi utili facenti un piccolo angolo colla sezione meridiana su cui esso punto si trova, e questi raggi non saranno concentrati in P'; difatti la zona generata colla suddetta rotazione dell'arco AB di circonferenza o d'ellisse attorno all'asse CP' non può coincidere coll'ellissoide di rivoluzione avente per fochi P e P', (la quale sola ha la proprietà di concentrare in P' i raggi emessi dal punto P), perchè questo ha per asse di rivoluzione PP' e non CP', quindi i due elementi di superficie sferica ed ellissoide attorno ad AB hanno diverso uno dei raggi di curvatura.

Inoltre in pratica non si potrà avere una circonferenza luminosa di spessore nullo, ma invece una fessura circolare che, per quanto sottile, sarà decomponibile in una infinità di anelli concentrici, di spessore infinitesimo, a ciascuno dei quali corrisponderà un diverso punto di concentrazione dei raggi, approssimativamente sull'asse.

In conclusione, i raggi provenienti dalla fessura circolare, per le suddette ragioni, saranno concentrati, invece che in un punto, in uno spazio di piccolissimo diametro e spessore, quest'ultimo tanto minore (finchè la diffrazione è trascurabile) quanto più sottile è la fessura. Siccome, diminuendo lo spessore di questa, si diminuirebbe altresì la quantità di luce che serve per l'illuminazione, sarà utile che la fessura sia di grande diametro e corrispondente spessore, e che di essa si produca una immagine impiccolita, avente il diametro e la posizione e l'inclinazione dei raggi, opportuni.

Il punto P' ove si concentrano i raggi dovrà trovarsi sulla base superiore della zona, un po' al disopra; oppure anche, quando l'obiettivo del microscopio abbia una sufficiente distanza frontale, un po' al disotto; la zona dovrà esser tagliata ad una distanza di circa 45° dalla sezione equatoriale cui è parallela.

Stabilita la posizione del punto P' ove (o attorno al quale) si vogliono concentrare i raggi riflessi dalla zona, per trovare la posizione e il diametro della fessura circolare o della sua immagine e la direzione dei raggi incidenti, ho disegnato sulla carta, in scala ingrandita, la sezione meridiana ABCD della zona, di cui avevo misurato i diametri e la distanza delle basi; ho trovato il centro C della circonferenza di cui ABCD fa parte, ed ho segnato il punto P'.

Condotta pel punto medio M d'incidenza il raggio riflesso P'M, ho tracciato il raggio incidente PM che dà la direzione media di questi raggi; e

per trovare la posizione del punto P immagine di P', mi son servito della formula $1/p + 1/p' = 2/R \cos i = 1/f$.

Se sopra MC come diametro, si descrive una circonferenza, essa taglia su P'M e su PM corde uguali di lunghezza $R \cos i$, la cui metà è la distanza focale principale f per l'angolo di coincidenza i . Segnando il punto di coordinate cartesiane f, f' e, per questo punto tracciando una retta che tagli sopra uno degli assi a partir dall'origine un segmento uguale a P'M, il segmento tagliato sull'altro asse avrà la lunghezza cercata PM, in conformità d'un noto procedimento facilmente dimostrabile. Le distanze del punto P dalla base maggiore della zona e dall'asse danno la posizione ed il raggio della fessura.

A riguardo della direzione dei raggi incidenti, ossia della loro inclinazione media sull'asse della zona, conviene notare che questa inclinazione è nulla se la sorgente di luce è una fessura circolare direttamente illuminata dai raggi solari; mentre, se di questa fessura si produce un'immagine con una lente convergente, l'inclinazione media sull'asse dei raggi partenti da questa fessura avrà per tangente il raggio della fessura diviso per la distanza focale della lente, e quindi una sola di queste due lunghezze può esser scelta arbitrariamente, quando si vuole ottenere una determinata inclinazione.

L'andamento dei raggi riflessi dall'arco AB, la loro concentrazione in P', la più opportuna altezza della zona riflettente, meglio che colle formole risultano se si costruiscono le caustiche per riflessione del punto P' o del punto P prodotte dall'arco AB.

A tale scopo ho costruito un semplice strumento costituito da un parallelogrammo articolato insieme con una delle diagonali; questa ruota attorno ad un pernio infisso in C e descrive con una sua estremità l'arco AB, ed i due lati adiacenti rappresentano i due raggi luminosi incidente e riflesso. Una scanalatura nel regolo diagonale lascia scorrere il pernio del vertice opposto a quello che descrive l'arco AB; un'altra scanalatura nel regolo che rappresenta il raggio incidente, fa sì che esso possa scorrere sopra un pernio fisso, che rappresenta il punto luminoso. Tracciando parecchi raggi riflessi successivi, risulta la caustica voluta.

Il ragionamento col quale si stabiliscono le condizioni in cui deve funzionare il condensatore conico, è quello stesso che valse per il condensatore sferico.

Sia ABCD la sezione meridiana di una zona tagliata perpendicolarmente all'asse di un cono retto a base circolare che si suppone riflettente, e si voglia che i raggi riflessi dalla zona si concentrino in un punto P' sull'asse. Se consideriamo invece P' come punto luminoso, i raggi che esso emette riflettendosi su AB produrranno in P un'immagine virtuale; ed i raggi che, andando in senso inverso, formerebbero in P un'immagine reale, riflettendosi

su AB la formeranno in P'. Facendo ruotare la figura attorno all'asse, P' rimane immobile, AB descrive la zona conica e P descrive una circonferenza.

Se dunque si usa come sorgente di luce una fessura circolare, e di questa, mediante una lente, si produce una immagine avente il diametro e la posizione della suddetta circonferenza, con raggi aventi la debita inclinazione sull'asse. questi, riflettendosi sulla zona, saranno concentrati in P'. Anche in questo caso si sono trascurati i raggi obliqui rispetto alle sezioni meridiane che impediranno la rigorosa concentrazione dei raggi in un punto.

Venendo a qualche particolare di costruzione e di uso di questi condensatori, dirò che quello sferico, che ho quasi sempre usato, era stato tagliato da un palloncino di circa 4 cm. di diametro, dalla parte del collo perchè ivi il vetro era più regolare; era alto 8 mm. e le sue pareti facevano a

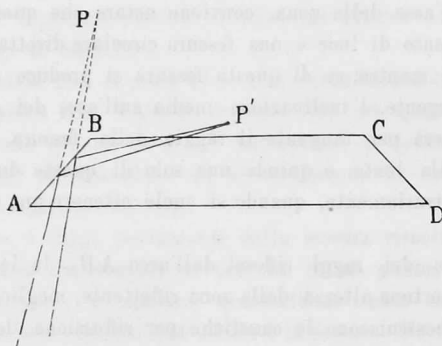


FIG. 2.

metà altezza un angolo coll'asse di circa 40° ; era stato inargentato e verniciato nel modo solito ed incollato colla base inferiore più larga sopra un disco di vetro da specchi, in mezzo al quale incollai un disco di carta nera di diametro un po' maggiore di quello della base superiore della zona.

Prima che mi fossi reso ben conto delle condizioni teoriche necessarie per ottenere il miglior concentramento dei raggi riflessi, collocai questo condensatore sul piano portaoggetti, avente un foro di circa 4 cm. di diametro d'un sostegno III Zeiss da microscopi, dal quale avevo tolto il condensatore d'Abbe. Facendovi arrivare luce parallela e con un dischetto di carta sottile, constatai che i raggi riflessi producevano su questo un anello brillantissimo e sottile, lasciando però nell'oscurità la parte centrale; questa si restringeva bensì fino a scomparire se sollevavo il disco di carta, ma lo spazio illuminato diveniva molto esteso, sfumato e meno brillante.

Per ottenere che i raggi riflessi fossero meno convergenti, cosicchè il loro punto d'incontro venisse a trovarsi sull'asse della zona, resi divergenti i raggi incidenti collocando al posto del condensatore d'Abbe una lente negativa (la lente di *flint* d'un obiettivo di binocolo da teatro) scelta per

tentativi in modo d'ottenere l'effetto voluto. Questa disposizione empirica, teoricamente non ottima, è molto semplice e di facile uso. Altri tentativi ho fatto con vario risultato, facendo cadere i raggi riflessi dalla zona sopra una lente emi sferica, colla base in alto. Più opportuno sarebbe stato un disco di vetro con superficie o contorno torico.

In seguito cercai d'avvicinarmi, il meglio che mi fosse possibile, alle condizioni teoriche, e trovai graficamente, nel modo già detto, che la sorgente circolare di luce doveva essere 9 mm. distante dalla base inferiore della zona; e perciò incollai questa sopra un disco di vetro, spesso appunto 9 mm. e sulla faccia inferiore di questo incollai un disco di carta nera di diametro un po' minore di quello teorico. Il condensatore così formato collocai sul piano portaoggetti suddetto; vi produssi sulla faccia inferiore, mediante una lente convergente e giovandomi dello specchio piano del microscopio, l'immagine d'una fessura circolare attraversata dai raggi solari.

Questa era ottenuta col foro a vite, di 10 cm. di diametro, del portaluce, in cui avvitavo un disco d'ottone di 98 mm. di diametro con tre piccole sporgenze simmetriche che entravano nel cavo della vite. La lente convergente deve necessariamente avere un diametro uguale o maggiore di quello della fessura, e, se non fosse acromatica, produrrebbe un'immagine di questa quasi interamente decomposta nei vari colori dello spettro e, perciò, larga e meno brillante.

Feci uso perciò di una doppia lente (da lettura) di 12 cm. di diametro che resi acromatica incollandola sull'armatura e riempiendo l'intervallo di Xilolo reso un po' più dispersivo coll'aggiunta di poco solfuro di carbonio.

Cercai, in seguito, d'ottenere le condizioni migliori d'illuminazione, non più seguendo la teoria ma per tentativi, collocando cioè sul piano portaoggetti prima un foglio di carta e producendovi un'immagine molto brillante della fessura e del voluto diametro e poi sostituendo alla carta il condensatore e cercando d'ottenere sul dischetto di carta sovrapposto un cerchietto molto ristretto e molto brillante.

L'osservazione delle particelle d'oro nel vetro rubino non presenta difficoltà. Occorre staccare anzitutto dal vetro portaoggetti, mediante un leggero riscaldamento, il prismetto rettangolare, che viene fornito dalla Casa Zeiss; però, se esso venisse collocato lungo l'asse del condensatore, e illuminato, non sarebbe possibile di veder altro che un'intensa luce verde, perchè lo strato illuminato è troppo spesso. Per evitar ciò e rendere visibili le singole particelle d'oro, ho ricoperto interamente di vernice nera le faccie laterali del prismetto, e con una punta sottile d'ago (o con un bulino) ad $\frac{1}{3}$ di millimetro dalla sommità vi ho tracciato tutt'attorno una sottile linea che mettesse a nudo il vetro. Collocando il prismetto nel mezzo del condensatore in modo che i raggi riflessi cadessero su questa linea, le singole particelle riuscirono facilmente visibili con vari ingrandimenti. Ottenni facilmente lo

stesso scopo anche nel modo solito, producendo nel prisma scoperto l'immagine d'una fessura lontana 3 metri, mediante un obiettivo fotografico di 32 mm. di diametro e 21 cm. di distanza focale.

Per osservare le particelle di fumo sospese ed in vivo movimento browniano (osservabile anche con mediocre ingrandimento), ho adattato sul condensatore un coperchio d'ottone con un foro centrale chiuso da un vetrino coprioggetti e munito di due tubetti, uno per l'ingresso, l'altro per l'uscita del fumo, p. es., di tabacco, che deve però esser pochissimo denso. Per evitare la luce diffusa da tutte le particelle che non sono nel campo del microscopio o alla conveniente distanza, il fondo del campo del microscopio era formato da un foro in una scatola d'ottone colle pareti annerite, dimodochè lo strato occupato dal fumo, e illuminato, era molto sottile.

Però, a causa della vastità dello spazio occupato dal fumo, in questo si formavano correnti, dimodochè le particelle, oltre al movimento browniano, avevano un movimento comune di traslazione.

Per evitare ciò, ho anche fatto entrare il fumo in un tubetto di vetro, cilindrico, colle pareti verticali, chiuso superiormente da un vetrino coprioggetti e collocato nell'interno del condensatore.

Per l'osservazione delle particelle sospese nei gaz sarebbe utile che i raggi riflessi del condensatore fossero orizzontali o anche (se non si richiede un forte ingrandimento e, quindi, una grande distanza frontale) diretti verso il basso, perchè quelli diretti verso l'alto attraversano il vetrino coprioggetti e cadendo sull'armatura dell'obiettivo, producono facilmente una diffusa e nociva illuminazione del campo.

Finalmente per l'osservazione delle particelle colloidali in sospensione nei liquidi ho riempito completamente il condensatore di un liquido che non sciogliesse la colla delle congiunzioni, petrolio, xilolo o anche, per breve tempo, acqua distillata. In questi casi non sarebbe necessario che la zona fosse inargentata, perchè vi si produrrebbe riflessione totale; (il condensatore sferico o conico potrebbe essere di vetro massiccio). Ricoprii il condensatore col suo coperchio con foro centrale chiuso da un vetrino coprioggetti; su questo collocai una goccia del liquido da osservare e, su questa, un secondo vetrino coprioggetti (impedivo che i due venissero a contatto, collocandovi presso l'orlo tre pezzetti di stagnola sottile o mica o foglia d'oro). L'osservazione si faceva nel modo solito, con un obiettivo a secco.

Anche col suddetto condensatore, a causa della intensa illuminazione che esso produce, è utile di sostituire lamine di quarzo ai vetri coprioggetti.

Un anello molto luminoso (i cui raggi sono concentrati approssimativamente in un punto dal condensatore sferico) può ottenersi facendo riflettere i raggi solari, resi convergenti da una lente, sopra un tubetto di vetro inargentato di 1 o 2 cm. di diametro, coassiale colla lente e collocato presso al foco.