IL FENOMENO DI HALL NEI LIQUIDI

Nota del Dott. FORTUNATO FLORIO.

Il Prof. Roiti, che pel primo si occupò della ricerca del fenomeno di Hall nei liquidi ¹⁾ con esito negativo, richiamò la mia attenzione sopra una nota del sig. Bagard ²⁾ dalla quale apparirebbe che questi abbia ottenuto dei risultati decisamente affermativi.

Il Prof. Roiti, avendo disposto verticalmente le sue lamine liquide, osservò dei fenomeni che ascrisse alle variazioni di concentrazione prodotte dalla corrente nelle soluzioni saline, e m'invogliò a riprendere in esame la quistione, disponendo orizzontalmente le lamine per sottrarle a quelle cause perturbatrici, e sostituendo al galvanometro da lui adoperato, l'elettrometro capillare come ha fatto il Bagard.

In tutte le mie esperienze il campo magnetico, nel quale ponevo le diverse lamine, mi era dato da un' elettrocalamita a ferro di cavallo del peso di parecchi quintali con 1000 spire, che facevo attraversare da correnti d'intensità variabile tra i 15 e i 20 ampère, e che erano fornite da 24 accumulatori Tudor disposti in serie: un reostata ed un commutatore, inseriti nel circuito dell'elica magnetizzante, permettevano di regolare l'intensità del campo e la sua direzione. Il nucleo dell'elettrocalamita terminava con due superficie piane orizzontali circolari di 13 cm. di diametro; disponevo poi l'armatura, che era formata da una lastra di ferro dello spessore di 2 cm. e della larghezza di 13 cm., sollevata di un paio di centimetri sulle facce polari, e mettevo in una delle regioni comprese fra essa e i rami del nucleo una lastra di ferro, e nell'altra orizzontalmente la lamina da esaminare.

L'elettrometro adoperato in tutte le mie esperienze era quello capillare di Lippmann, che dà i diecimillesimi di da-

1) Vedi Atti della Reale Accademia dei Lincei, 3. serie, t. 12, pag. 397. 1882.

2) Vedi Comptes Rendus, t. 122, pag. 77. 1896.

niell: per mezzo di sottili fili di rame mettevo in comunicazione i suoi due poli cogli scandagli: tra i primi ed i secondi interponevo un commutatore.

Incominciai col ricercare il fenomeno di Hall, ponendomi nelle condizioni nelle quali Bagard sperimentava. Perciò mi procurai una lamina liquida di soluzione di solfato di zinco del peso specifico 1,200 di forma rettangolare: il suo spessore era di 1^{mm},6, la sua lunghezza 53 mm. e la sua larghezza 30 mm. La lamina liquida era compresa fra due lastre di vetro parallele e masticiate tra loro lungo i maggiori lati del rettangolo: essa comunicava dalla parte dei suoi lati minori con due vaschette di vetro colla stessa soluzione, dove si trovavano gli elettrodi, che servivano per il passaggio della corrente longitudinale nella soluzione. Gli elettrodi, che erano formati da lastre di zinco amalgamate, occupavano tutta la larghezza delle vaschette ed erano disposte verticalmente, a poca distanza dai piccoli lati della lamina e parallelamente a questi. Due fili di zinco amalgamati, che servivano da scandagli, toccavano la lamina in corrispondenza dei punti di mezzo dei suoi lati minori. Disposi la lamina nello spazio suddetto ad essa riserbato. La corrente longitudinale era fornita da due elementi daniell disposti in serie.

In tali condizioni osservai nell'elettrometro delle deviazioni nel senso medesimo che sarebbero state prodotte dal fenomeno di Hall, ma non credo che se ne possa concludere che questo si producesse veramente nella lamina. Potei osservare difatti la formazione di due depositi metallici sotto forma di arborescenze al disotto degli elettrodi. Questi poi si presentavano molto consumati in corrispondenza delle zone vicine alla lamina liquida e poco in quelle più lontane. Ho attribuito tali depositi specialmente a dei filamenti metallici che si formavano nelle zone molto consumate degli elettrodi, e che prima di cadere si deformavano per effetto delle scosse e delle azioni elettrodinamiche. Il contegno dell'elettrometro quando scuotevo leggermente la lamina liquida dimostrava la grande importanza di questa causa di perturbazione. In queste esperienze le lamine di zinco non possono riguardarsi come perfettamente rigide: essendo esse disposte in un campo magne-

tico molto intenso, e questo avveniva pure in quelle di Bagard, all'aprire e al chiudere del circuito dell'elettro-calamita specialmente sotto le azioni elettrodinamiche si deformeranno un pochino, dando luogo a variazioni nella distribuzione del potenziale: mediante apposite esperienze ho potuto verificare che questa non è per niente una causa di perturbazione trascurabile.

È da notare poi che il circuito, di cui la lamina liquida fa parte, per il fatto del continuo logoramento degli elettrodi nelle zone note di questi, si modifica continuamente; che la disposizione adottata dal Bagard, per la quale si poteva a volontà avvicinare rapidamente l'elettrocalamita alla lamina liquida in guisa da metterla bruscamente nell'intervallo dei pezzi polari, o di portare l'elettrocalamita ad una grande distanza dalla lamina per sottrarre questa all'azione del campo, favorendo le scosse che il sistema subisce, rende più gravi le cause d'errore esposte, e non è quindi da consigliarsi: in tutte le mie esperienze ho osservato che le scosse producono effetti simili a quelli che esse generano nei fenomeni di magnetizzazione. Ho osservato poi quello che Bagard chiama effetto progressivo dell'elettrocalamita, ma questo si spiega molto facilmente dietro quanto ho detto, senza bisogno di ammettere che il fenomeno di Hall si produca.

Mediante apposite esperienze mi potei convincere che nella ricerca del fenomeno di Hall nelle soluzioni di solfato di zinco conviene adoperare come elettrodi delle masse di amalgama di zinco liquida: potei verificare che quando l'intensità della corrente longitudinale non oltrepassa un certo valore, dipendente specialmente dall'estensione della superficie di contatto tra la soluzione e le amalgame, su queste superficie non si vede alcuna modificazione durante il passaggio della corrente, anche guardando con un buon microscopio semplice; mentre quando l'intensità della corrente oltrepassa il valore suddetto si osservano delle modificazioni di dette superficie seguite dalla formazione di un precipitato bianco, che nella ricerca del fenomeno di Hall avrebbe di certo dato noia. Nel 1.º caso mi pare che le cose possano spiegarsi dicendo che l'amalgama dell'anodo, posta in vicinanza della superficie che la se-

para dalla soluzione, s'impoverisce di zinco per l'azione della corrente, ma ne riceve per diffusione dalla rimanente massa dell'amalgama, e siccome l'intensità di detta corrente non oltrepassa un certo valore, le perdite vengono compensate dai guadagni; l'amalgama del catodo invece in vicinanza della superficie di separazione dalla soluzione si arricchisce di zinco, e ne perde per diffusione, sicchè detta superficie si mantiene perfettamente nitida.

In una buona disposizione per la ricerca del fenomeno di Hall nelle soluzioni di solfato di zinco è bene dunque adoperare degli elettrodi di amalgama di zinco liquida, posti molto distanti dall'elettrocalamita, affinchè non risentino azioni sensibili dovute al campo magnetico di questa; la superficie che li separa dalla soluzione dev'essere grande e proporzionatamente ad essa dev'essere debole la corrente che attraversa le lamine liquide; infine occorre, per quanto è possibile, eliminare l'azione delle scosse, che durante le osservazioni le lamine liquide ed il resto possano sentire: così facendo scompaiono tutti gli inconvenienti sopra citati, senza che se ne introducano dei nuovi. Di questo ho tenuto conto nell'ideare la disposizione adottata nelle mie ricerche decisive.

La lamina liquida L, che io disponevo sempre orizzontalmente, era limitata da due lastre di vetro parallele e distanti di 1^{mm},6 e da striscioline di lastra di vetro tra le prime interposte in vicinanza del contorno di queste: la L era rettangolare ed aveva 11 cm. di lunghezza e 10 cm. di larghezza. Due fori circolari di 8 mm. di diametro erano praticati sulla lastra inferiore di L in prossimità di due vertici opposti di questa; due tubi del diametro di 3 cm A e A', piegati a squadra, comunicavano con L mediante i fori suddetti; due fili sottili di ottone collegavano con due serratili opposti di un commutatore C due fili di zinco amalgamati α e α' , i quali, attraversati due spazietтини appositamente lasciati tra le strisce di vetro, che limitavano la L in corrispondenza degli altri due vertici opposti di questa, toccavano la lamina senza in essa inoltrarsi. I diversi pezzi che limitavano la lamina ed i tubi A e A' erano fissati tra loro mediante mastice isolante. Dagli altri due serratili del commutatore C partivano due fili d'ottone e ed e' , che anda-

vano ai poli dell'elettrometro capillare, sensibile, come ho detto, ai diecimillesimi di daniell.

I due tratti di A e A' vicini ad L erano orizzontali, gli altri verticali e lunghi 50 cm. circa: inferiormente avevano la forma d'imbuto, e, chiusi in fondo, contenevano dell'amalgama di zinco; due fili di ferro f ed f' , attraversavano A e A' e s' inoltravano nelle due masse d'amalgama, le quali per loro mezzo venivano collegate metallicamente a due serrafili opposti di un commutatore C'; agli altri due serrafili di C' andavano due fili g e g' i cui capi erano le estremità di un circuito nel quale si trovavano inseriti 7 elementi daniell in serie ed un milliamperometro M.

Riempiti i due tubi A e A' e lo spazio riserbato alla lamina liquida di una soluzione di solfato di zinco del peso specifico 1,200, ed in guisa che non si avessero delle bollicine di aria, disposi la L orizzontalmente nello spazio suddetto ad essa destinato: importante e osservare che le masse dell'amalgama erano molto lontane dall'elettro-calamita e non potevano quindi sentire che debolmente l'azione del campo magnetico di questa; il riempimento si faceva comodamente mediante i due tubicini c e c' saldati ad A e ad A' nelle regioni di questi disegnate nella figura.

Ricorsi a qualche artificio, facile del resto ad idearsi, per aumentare l'estensione del campo magnetico interposto fra

l'armatura ed un tratto del nucleo dell'elettrocalamita, in guisa che la *L* poteva considerarsi come messa sempre in un campo magnetico con buona approssimazione uniforme. Nelle diverse esperienze non spostavo mai nulla.

In una prima serie di esperienze esaminai il contegno della lamina suddetta; la corrente che attraversava questa nelle diverse osservazioni era di 0,0025 ampère, il campo magnetico era di circa 5000 unità (C. G. S.). Al passaggio della corrente nella lamina la differenza di potenziale agli scandagli era di 0,0260 daniell. Potei osservare che le scosse date alla lamina producevano degli spostamenti piccoli nella colonnina dell'elettrometro, per cui pensai di aprire e chiudere il circuito dell'elettrocalamita mediante un reostata formato da una soluzione di solfato di zinco. L'azione delle scosse si spiega facilmente, ammettendo, come è molto probabile, che la soluzione, se non altro per il fenomeno noto del trasporto degli ioni, non è mai perfettamente omogenea. Io sperimentavo a pian terreno e lontano dalla strada, sicchè la soluzione sentiva pochissime scosse.

In tali condizioni all'aprire e al chiudere del circuito dell'elettrocalamita non osservai alcuna variazione di potenziale agli scandagli: invertendo le due correnti e ripetendo diverse volte e a diverse riprese le osservazioni ebbi sempre risultati negativi.

In un'altra serie di osservazioni studiai il contegno di una lamina di soluzione di solfato di zinco del peso specifico 1,340, poi quello di una lamina di soluzione dello stesso sale e del peso specifico 1,050, infine quello di una soluzione di solfato di rame del peso specifico 1,100 tra elettrodi di amalgama di rame ed i risultati furono sempre decisamente negativi, per cui mi pare di poter concludere che nei liquidi da me esaminati e probabilmente anche in tutti gli altri, contrariamente ai risultati ottenuti dal sig. Bagard, il fenomeno di Hall non si produce.