

**Ampère: il magnetismo è un fenomeno secondario  
dovuto alla presenza di correnti molecolari nella materia\***

A Van Beck

Signore,

ho appreso con molto piacere l'interessante esperienza di cui mi parlate nella vostra lettera; essa depono chiaramente in favore dell'ipotesi sul modo in cui le correnti elettriche esistono nei magneti che io proponevo come la più probabile nella Memoria che ho letto, un anno fa, all'Académie Royale des Sciences. Avrei ammesso tale ipotesi come la sola possibile fin da quell'epoca, se essa non avesse incontrato l'opposizione di coloro ai quali l'avevo comunicata prima di parlarne all'Académie; per questa opposizione la presentai solamente come un'ipotesi molto probabile, nell'attesa di fare esperienze che potessero decidere la questione. Ne ho tentate parecchie per raggiungere questo scopo; ma avrei voluto, prima di pubblicarle, poter presentare delle esperienze che non lasciassero alcun dubbio e non vi ero ancora giunto quando l'affezione di petto da cui fui tormentato l'anno scorso mi obbligò a sospendere ogni ricerca di questo genere. Tuttavia ne feci una nel mese di luglio 1821, che rese definitiva la mia opinione a quel riguardo. [...]

Da quest'esperienza ho concluso, all'epoca in cui la feci, che le correnti elettriche, di cui ammettevo già l'esistenza intorno a ogni particella dei magneti, esistevano attorno a queste particelle già prima della magnetizzazione nel ferro, nel nichel e nel cobalto, ma che, trovandosi dirette in ogni sorta di versi, non ne poteva risultare alcuna azione esterna, poiché le une tendevano ad attirare ciò che le altre respingevano, come capita alla luce, i cui diversi raggi, essendo polarizzati in ogni senso, non presentano alcun segno di polarizzazione.

Se è così, la magnetizzazione si verificherà tutte le volte che l'azione di un magnete o quella di un filo conduttore venga a dare a tutte queste correnti una direzione comune in virtù della quale le loro azioni

\* (A. M. Ampère, *Risposta di Ampère alla lettera di Van Beck su una nuova esperienza elettromagnetica*, in *Opere*, pp. 194–95, 196–97 198–200, 201–4)

su un punto situato all'esterno del corpo si sommano invece di distruggersi mutuamente: questa azione produce allora su quelle correnti lo stesso effetto che, nelle mie esperienze, si è vista produrre sulla corrente di una porzione mobile del conduttore, quando questa porzione mobile ruota per prendere la direzione che tale corrente tende a dargli. Si potrebbe pensare che le particelle esercitino sul fluido formato dalla riunione delle due elettricità, in cui esse sono costantemente immerse, quell'azione elettromotrice che produce intorno a esse correnti elettriche, e che ciò avviene non soltanto nei corpi suscettibili di essere magnetizzati, ma che la stessa azione sia esercitata dalle particelle di tutti i corpi; e che le correnti che ne risultano intorno a queste particelle ne determinano la temperatura che si metterebbe poi in equilibrio, come lo si spiega comunemente, cosicché la sola differenza che si trova a questo riguardo tra i corpi suscettibili di magnetizzazione e quelli che non lo sono consisterebbe nella proprietà che avrebbero le particelle dei primi di lasciar spostare le correnti elettriche che circolano intorno a esse, mentre negli altri corpi le correnti eccitate intorno a ciascuna particella non sarebbero suscettibili di cambiare direzione o la potrebbero soltanto per opera di una forza superiore a quelle che sono state esercitate fino a questo momento su queste correnti.

Oersted ha considerato le composizioni e decomposizioni dell'elettricità, che io ho designato sotto il nome di correnti elettriche, come l'unica causa del calore e della luce, sia delle vibrazioni del fluido diffuso in tutto lo spazio che si può considerare, nell'ipotesi generalmente adottata di due fluidi elettrici, quasi soltanto come la riunione di questi due fluidi nelle proporzioni in cui essi si saturano mutuamente. Questa opinione del grande fisico, al quale noi dobbiamo le prime esperienze sull'azione che i fili conduttori esercitano sui magneti, si accorda perfettamente con l'insieme dei fenomeni e acquista un nuovo grado di probabilità quando si faccia attenzione ai seguenti fatti:

1. Se l'urto a la pressione di due corpi, di cui almeno uno sia idio-elettrico, produce delle elettricità di specie opposte in tali corpi e per conseguenza la decomposizione del fluido neutro risultante dalla riunione delle due elettricità, è assai probabile che la stessa decomposizione abbia luogo al momento dell'urto o della pressione dei due corpi conduttori, ma che non la si possa allora constatare dall'osservazione del loro stato elettrico, perché, appena essi sono in stati elettrici diffe-

renti, le due elettricità si riuniscono in virtù della conducibilità di questi corpi; questa riunione sarebbe allora la causa del calore che si produce in questo caso scuotendo l'etere circostante, così come la composizione rapida dell'ossigeno e dell'idrogeno scuote l'aria quando una miscela di questi due gas vaganti nell'atmosfera viene a concentrarsi in acqua e produce le vibrazioni dell'aria circostante, alle quali è dovuto il rumore della detonazione.

2. Nella combinazione di due sostanze, l'una elettropositiva e l'altra elettronegativa, vi è in generale una produzione di calore che viene naturalmente spiegata dalla riunione delle due elettricità nel rapporto in cui esse si neutralizzano mutuamente. Per farsi un'idea chiara della maniera in cui si deve fare questa riunione, bisogna osservare che il trasporto delle sostanze elettronegative all'estremità positiva della pila e quello delle sostanze elettropositive all'altra estremità, può significare, conformemente all'opinione espressa dagli uomini le cui scoperte hanno maggiormente esteso le nostre conoscenze in chimica e in fisica, che le particelle di queste sostanze sono essenzialmente nei due stati elettrici opposti e che le loro proprietà chimiche dipendono, almeno in gran parte, dallo stato elettrico in cui esse si trovano. Poiché nulla può cambiare le proprietà delle sostanze semplici, non si può dubitare che questo stato elettrico non sia loro essenziale, dimodoché una particella di ossigeno, per esempio, non può mai perdere l'elettricità negativa che le è propria, né una particella di idrogeno la sua elettricità positiva. Ma un volume finito di uno di questi due gas o di qualsiasi altro corpo nello stesso caso non può manifestare alcun segno di elettricità, perché quella che è propria a ogni particella deve, secondo le leggi ordinarie delle azioni elettriche, decomporre il fluido neutro che riempie lo spazio attorno a questa particella, respingere l'elettricità dello stesso nome, attirare l'elettricità di specie opposta e formare così in quest'ultimo una specie di piccola atmosfera tale che la sua azione a distanza, essendo uguale e opposta a quella dell'elettricità propria della particella, non determini alcun effetto osservabile.

Così una bottiglia di Leida caricata all'interno di una specie di elettricità e all'esterno dall'elettricità opposta, non attira sensibilmente i corpi leggeri a cui la si avvicini e non avrebbe assolutamente alcuna azione su di essi se fosse di un vetro infinitamente sottile e le due elettricità fossero per conseguenza esattamente in equilibrio. Consideriamo

dunque una particella di ossigeno negativa e la sua atmosfera positiva come una bottiglia di Leida il cui rivestimento interno sia negativo e l'esterno positivo, mentre una particella di idrogeno può essere paragonata a una bottiglia di Leida caricata in senso contrario. Tutte le volte che una causa qualunque, quale, per esempio, l'elevazione di temperatura, metterà in comunicazione l'elettricità positiva libera attorno alle particelle di ossigeno e l'elettricità negativa libera che circonda le particelle di idrogeno, in una mescolanza di questi due gas, queste due elettricità si riuniranno per formare fluido neutro e ne risulterà, secondo quanto abbiamo detto, il calore e la luce che si sviluppano in questo caso, mentre le particelle dei due gas formeranno dell'acqua; ammettendo, come risulta da altre considerazioni, che due particelle di acqua siano formate da due particelle di idrogeno per una di ossigeno, rimanendo queste particelle sempre nello stato elettrico che è loro essenziale, è evidente che la particella di acqua si comporterà come se non avesse alcuna elettricità, qualora l'elettricità di una particella di idrogeno fosse + 1 e quella di una particella di ossigeno - 2. [...]

Questo modo di concepire le cose mi sembra una conseguenza necessaria dell'opinione espressa da illustri chimici: attribuiscono le proprietà chimiche dei corpi semplici allo stato elettrico delle loro particelle e all'impossibilità che una particella sia in un tale stato, senza respingere, dallo spazio circostante, l'elettricità dello stesso nome e attirare intorno a essa l'elettricità opposta; adottando la suddetta opinione non si può fare a meno di ammettere: 1) la riunione di due elettricità tutte le volte che due corpi si combinano, ciò che mi proponevo di stabilire; 2) la produzione di una quantità del fluido neutro risultante da questa riunione tanto più grande quanto maggiore è la differenza tra lo stato elettrico delle loro particelle.

Ma questa digressione mi ha portato troppo lontano dal problema di cui ci stavamo occupando, quello cioè della disposizione delle correnti elettriche nei magneti non intorno ai loro assi ma intorno a ciascuna delle loro particelle.

Faraday aveva detto, nella sua Memoria dell'11 settembre 1821, che non era riuscito a fare ruotare attorno ai loro assi né un magnete per l'azione di un filo conduttore, né un filo conduttore per quella di un magnete. Ho voluto verificare ciò che questo grande fisico dice a questo proposito e ho osservato effetti differenti da quelli che egli e-

atmosfera positiva  
 rno sia negativo e  
 può essere parago-  
 nario. Tutte le volte  
 azione di tempera-  
 libera attorno alle  
 e circonda le parti-  
 s, queste due elet-  
 risulterà, secondo  
 pano in questo ca-  
 aqua; ammettendo,  
 lle di acqua siano  
 sigeno, rimanendo  
 ro essenziale, è e-  
 e se non avesse al-  
 di idrogeno fosse +

a conseguenza ne-  
 attribuiscono le  
 rico delle loro par-  
 n tale stato, senza  
 llo stesso nome e  
 lo la suddetta opi-  
 nione di due elet-  
 che mi proponevo  
 do neutro risultan-  
 ore è la differenza

no dal problema di  
 zione delle correnti  
 intorno a ciascuna

l settembre 1821,  
 ssi né un magnete  
 ttore per quella di  
 ande fisico dice a  
 quelli che egli e-

nuncia. Ho posto per questo scopo in una provetta pie-  
 in posizione verticale un magnete cilindrico, alle di-  
 quale si trovano due cavità con fondo filettato a mo' d'  
 po di avvitare a una di esse un contrappeso di platin  
 immergere il magnete nel mercurio e lo mantenga n  
 cui lo avevo messo: la cavità dell'altra estremità, che  
 pra del mercurio di un sesto della lunghezza del magn  
 po' di mercurio nel quale pesca l'estremità inferiore c  
 verticale comunicante con uno dei poli della pila: que  
 lato in comunicazione con il mercurio della provetta,  
 sperienza per mezzo di quattro fili di rame paralleli al  
 te della loro lunghezza situata al di sopra di questa p  
 un solo filo che attraversa il fondo della provetta. Il m  
 to sul suo asse rapidissimamente nel primo caso, m  
 nel secondo, ma tuttavia ancora abbastanza velocem  
 perfettamente in evidenza l'azione che esercita su di  
 elettrica prodotta dalla pila; questo movimento cessa  
 in cui la comunicazione veniva interrotta. Ho anche  
 conduttore percorso da corrente elettrica disposto pre  
 il magnete dell'esperienza precedente e portante nella  
 riore una piccola coppa piena di mercurio per le com  
 sto conduttore ruotava, ma debolmente, per l'azione  
 magnetizzata; questa azione, nell'esperienza che ho  
 troppo debole per vincere inizialmente l'attrito del  
 mercurio ove i due terzi almeno della sua lunghezza  
 bisognava diminuire questo attrito con piccalle scoss  
 colpi sulla tavola ove riposava la provetta; si osservav  
 desiderato, senza che vi potesse essere alcun dubbio  
 Avendo constatato questi fatti e attribuendo allora un  
 zione del magnete all'azione del filo conduttore e qu  
 duttore all'azione del magnete, mi era sembrata che  
 decisivi per la soluzione della questione sulla dispos  
 renti elettriche che io ammetto esistere nei magneti e  
 queste si manifestano necessariamente intorno a cias  
 non possono essere supposte concentriche all'asse; e  
 zionavo allora a questo riguardo. Nell'esperienza in  
 ruota per l'azione di una porzione di filo conduttore, s

di esso nel prolungamento del suo asse, è evidente che, se si cerca con la formula che io ho dato a questo scopo il valore dell'azione mutua di due porzioni infinitamente piccole di correnti elettriche, si troverà che questa azione è sempre nulla quando si prevede una di queste due piccole porzioni sul prolungamento dell'asse verticale del magnete e l'altra su una circonferenza orizzontale concentrica a questo asse; infatti, uno dei fattori del valore generale dell'azione è il coseno dell'angolo formato da due piani passanti entrambi per la retta che congiunge i punti di mezzo delle due piccole porzioni, e passanti inoltre, l'uno per la linea che rappresenta la direzione di una delle correnti e l'altro per la linea che rappresenta quella dell'altra corrente; ora, uno di questi piani è quello che congiunge l'asse del magnete a un punto della circonferenza, e l'altro è un piano condotto tangenzialmente a questo stesso punto della circonferenza per il punto di mezzo della piccola porzione di corrente elettrica situata sul prolungamento dell'asse del magnete; questi due piani sono evidentemente perpendicolari l'uno all'altro ed essendo retto l'angolo da essi formato, il coseno di questo angolo è nullo, il che rende nulla l'azione mutua delle due piccole porzioni di correnti elettriche. Supponendo che tutte le correnti elettriche di un magnete cilindrico fossero concentriche al suo asse, non si avrebbe dunque alcuna azione fra esse e il conduttore diretto secondo il prolungamento dell'asse del magnete, il che mi sembrava contrario all'esperienza che avevo fatto. Ecco perché io avevo concluso che tale supposizione dovesse necessariamente essere respinta; al contrario, quando si ammettono le correnti del magnete verticale sempre in piani orizzontali, ma intorno a particelle di questo magnete, e il suo asse incontra i piani delle piccole circonferenze, descritte da queste correnti, al di fuori di queste piccole circonferenze, se l'azione esercitata da un conduttore, situato nel prolungamento dell'asse del magnete verticale è ancora nulla, per la stessa ragione del caso precedente, su due dei loro punti che si trovino alle due estremità di un diametro condotto per il loro centro perpendicolarmente all'asse del magnete, essa, secondo la stessa formula, non è invece nulla sulle due semicirconferenze poste a destra e a sinistra di questo diametro. Si vede facilmente che vi è attrazione su tutti i punti dell'una e repulsione su tutti i punti dell'altra e che, tenendo conto soltanto delle componenti orizzontali di queste attrazioni e repulsioni, poiché le loro compo-

nenti verticali non possono spostare il magnete sollevandolo o inclinandolo a causa della stabilità del suo equilibrio di galleggiamento in posizione verticale, tutte queste componenti orizzontali si riuniscono per fare ruotare il magnete intorno al conduttore, nel senso in cui in realtà l'esperienza mostra che esso ruota.

### **Michael Faraday: la teoria di Ampère è arbitraria\***

Signore,

[...] nella vostra lettera esponete l'opinione che il vostro esperimento permetta di decidere se le correnti elettriche ipotizzate nella vostra teoria circolino intorno all'asse del magnete o intorno a ciascuna particella; da ciò desumo che la vostra interpretazione di tale esperimento differisce da quella che io ho maturato in proposito, in quanto a me sembra che essa costituisca una variante dell'esperimento della rotazione di un filo intorno a un polo, Sarò forse troppo presuntuoso nell'esprimere il mio disaccordo con voi su questo argomento, e ancor di più nel precisare quali siano le differenze che ci dividono, ma non esito un istante a ritenere che, in accordo col genuino spirito della filosofia, voi siate ansioso o almeno ben intenzionato ad ascoltare persino i dubbi di un giovane sull'argomento, se esiste la minima possibilità che essi si rivelino giusti o confermino precedenti punti di vista.

Mi sembra che la rotazione del magnete abbia luogo in conseguenza del fatto che le differenti particelle di cui esso è composto vengono portate nello stesso stato dalla corrente di elettricità che vi scorre, così come avviene per il filo che mette in comunicazione i due poli di una pila voltaica e che ruota intorno alla posizione di un polo magnetico.

È così le freccette della figura rappresentano il cammino dell'elettricità; e ogni linea di particelle parallela a esse, eccetto la linea che passa come un asse attraverso il polo (rappresentata da un punto), si

\* (M. Faraday ad M. Ampère [3 settembre 1822], in L. Peirce Williams [a cura di], *The Selected Correspondence of M. Faraday*, pp. 134–35).

(M. Faraday to A. M. Ampère [2 febbraio 1822] in L. Peirce Williams [a cura di], *The Selected Correspondence of M. Faraday*, I, pp. 130–32).