DEL CALORE PRODOTTO DALL' INFLUENZA DELLA CALAMITA SUI
CORPI IN MOVIMENTO; — *del Sig. LEONE FOUCAULT* —
Comptes rendus, t. XLI. p. 450.

Tutti ricordano l'esperienza del pendolo, colla quale alcuni anni sono il Sig. Foucault rendeva popolare la dimostrazione della rotazione della terra; ed ogni visitatore del *Palazzo dell'Industria* ha ammirato questa esperienza perfezionata dall'aggiunta di un' elettro-calamita di cui l'attrazione sulla palla di ferro dolce del pendolo si esercita ad intervalli per le successive interruzioni del circuito voltaico, e serve così a restituire al pendolo la forza perduta nel vincere la resistenza dell'aria e quindi a conservare l'ampiezza dell'oscillazione per quanto tempo si vuole.

Lo stesso ingegnoso sperimentatore, oggi Fisico dell'Osservatorio di Parigi, ha recentemente eseguita un' esperienza, la quale è diretta a dimostrare in un modo assai singolare e palpabile una verità fisica fondamentale, qual è quella dello svolgimento e dell'assorbimento del calore che accompagnano l'estinzione e la produzione del movimento. In questo stesso fascicolo ragionammo della così detta *teoria dinamica del calore*, insistendo particolarmente sull'esperienza più concludente che esista in appoggio di quella teoria, dalla quale è provato che una massa gassosa si raffredda nel dilatarsi allorchando solamente in questa dilatazione si genera una data quantità di lavoro.

Onde i nostri lettori acquistino una chiara idea della nuova esperienza del Sig. Foucault e della sua attinenza colla suddetta teoria, convien qui ricordare la più importante fra le scoperte di Arago, che è il magnetismo di rotazione. Questa scoperta consiste nell'aver trovato, 1.^o che le oscillazioni di un ago calamitato si estinguono rapidamente in presenza di un piano di rame o di un altro metallo qualunque; 2.^o che un disco di rame fatto rotare sotto un ago calamitato non tarda a trascinare con se l'ago come se un legame invisibile si stabilisse fra loro, e che *vice-versa* una calamita rotante trasporta seco una massa di rame che vi è sospesa sopra.

In questi ultimi tempi, e soprattutto dopo che Rhumkorff ha tanto perfezionate le elettro-calamite e rese più facili tutte le esperienze di elettro-magnetismo, si è potuta riprodurre l'esperienza fondamentale di Arago in un modo così vistoso, da eccitare una viva impressione in chi la vede per la prima volta. Si prenda un grosso cubo o una palla di rame e si sospenda con una corda qualunque; sia la palla collocata fra i due poli opposti di una forte calamita. Se si torce più volte la corda sopra se stessa facendo girare la palla sempre in un senso e indi si abbandona a se, si vedrà la palla pigliare un rapidissimo movimento di rotazione ora in una direzione ora nell'opposta, il quale durerà per lungo tempo. Allorchè questa rotazione è la più rapida, si chiuda il circuito dell'elettro-calamita e si vedrà la palla fermarsi quasi *in secco*, come se improvvisamente fosse stata immersa in un mezzo molto denso.

La spiegazione di questi fenomeni si fonda nella grande scoperta dell'induzione di Faraday, cioè nel fatto delle correnti indotte che si svolgono in una massa metallica tutte le volte che una variazione d'azione magnetica o elettrodinamica è subita da questa massa, sia cioè che la distanza fra essa e una calamita venga a variare, o che l'intensità di quest'ultima cresca o diminuisca. Si sa oggi, anche più rigorosamente che non si sapeva alcuni anni sono, come si distribuiscono e circolano le correnti indotte nel disco di Arago che ruota in presenza di una calamita, e si sa pure che queste correnti, le quali si producono successivamente e cessano nei diversi punti del disco, vengono in qualche modo a sovrapporsi e a rimanere fisse nello spazio e quindi rispetto alla calamita. Di là le azioni elettro-magnetiche per cui la calamita tende ad essere trascinata dal disco e *vice-versa*; di là la cagione per cui le oscillazioni dell'ago si estinguono presto sopra un disco di rame. Allorchè una massa metallica è sospesa fra i poli di una calamita e ruota con molta velocità fra questi poli, queste stesse correnti si svolgono e le azioni elettro-magnetiche sono tali che quella massa è presto costretta a fermarsi, ed è così ritenuta finchè l'azione inducente può insorgere al più piccolo movi-

mento della palla. Per persuadersi chiaramente di questa spiegazione basterà di allontanare o di avvicinare al polo di una calamita una spirale metallica di cui il circuito è chiuso con un galvanometro: nel primo caso le correnti indotte sono talmente dirette che quella spirale tenderebbe ad essere attratta, e nel secondo ad essere respinta: si vede che nell'un caso come nell'altro tende a distruggersi il movimento impresso per generare l'induzione. Così ragionando, nel caso della palla di rame che ruota per la torsione della corda fra i poli di un'elettro-calamita, si concepisce come le forze elettro-magnetiche che si esercitano fra i poli e le correnti indotte nella palla, le quali sono attrattive per la porzione di questa palla che s'allontana, e repulsive per quella che si avvicina ai poli, generino una forza ritardatrice dipendente dalla velocità del movimento e dalla conducibilità della palla. In prova di che aggiungeremo che l'esperienza dimostra, che la forza di torsione che rimane vinta nel filo a cui è sospesa la palla di rame è eguale a quella che si genera in questo stesso filo, comunicando alla calamita una velocità di rotazione simile a quella di cui era animata la palla. Se la torsione della corda è grande, si vedrà la palla adagio adagio rotare e la corda svolgersi. Questi principii premessi, ecco l'esperienza del Sig. Foucault, che ben volentieri riproduciamo colle parole stesse del suo autore.

« Per fissare le idee diremo precisamente come l'esperienza è stata fatta. Avevamo un' elettro-calamita di forte
 « calibro, di cui i poli si venivano incontro lasciando fra loro un intervallo o un campo magnetico di circa venti
 « milimetri. Possedevamo ancora un apparecchio di rotazione
 « composto di un grosso disco metallico sospeso fra due
 « perni, ai quali s'imprime, col mezzo di un *roteggio* armato da un manubrio, una grandissima velocità di rotazione, cioè da 150 a 200 giri per secondo. Questo disco metallico, che forma parte del *giroscopio*, era adattatissimo
 « per ripetere l'esperienza di Faraday. Abbiamo introdotto
 « nel campo magnetico il disco mentre era animato di tutta la velocità di rotazione che gli si può dare, e, come si
 « doveva attendere, il movimento non tardò ad estinguersi.

« Allora facendo agire la ruota motrice si provava una resistenza che rivelava sotto un'altra forma l'influenza ritardatrice della calamita. In tanto il disco ruotava, ma ruotando si riscaldava, benchè non avesse contatto che coll'aria, la quale non poteva che raffreddarlo e ricondurlo alla temperatura ambiente. Questo calore da principio era debole e sensibile ad un termometro delicato; però continuando a ruotare la temperatura s'innalzò di dieci gradi, e seguitando ancora la ruotazione il disco si sentiva riscaldato colla mano. Tolta la calamita o aperto il circuito della pila cessava la resistenza, la ruotazione diveniva violenta e il cilindro cominciava subito a raffreddarsi ».

Così ha fine la descrizione del Sig. Foucault. Noi ci guarderemo bene dal comunicare al lettore tutti i pensieri e i dubbi risvegliati nel nostro spirito al primo annunzio di questa esperienza, e siamo ben contenti di aggiungere l'interpretazione che l'A. stesso ne dà.

« Il movimento dei corpi metallici in prossimità di una calamita, dice il Sig. Foucault, fa nascere delle correnti elettriche che Faraday ha chiamato *correnti d'induzione*. La propagazione di una corrente, qualunque ne sia l'origine, è sempre accompagnata da un certo sviluppo di calore; si poteva dunque supporre che allorchè il disco metallico ruotava fra i poli della calamita esso avrebbe mostrato una certa elevazione di temperatura. Nulladimeno questo ragionamento non forniva che una vaga indicazione, e non dava ai Fisici che poca speranza di ottenere un risultato positivo. Per poter prevedere un effetto marcato, come quello che si è ottenuto, bisognava risguardare la questione sotto un altro punto di vista.

« Le correnti indotte nel disco ruotante devono soddisfare alla condizione di rigenerare una quantità di calore equivalente alla forza motrice o, più esattamente, al lavoro impiegato per far muovere la macchina. Nella teoria dell'equivalente meccanico del calore si ammette in un modo generale, che in ogni circostanza in cui una forza opera senza produrre un effetto meccanico deve scaturire una quantità determinata di calore. Il rapporto co-

« stante che sembra esistere fra il calore prodotto e il lavoro consumato costituisce precisamente questo equivalente meccanico, di cui la considerazione spande tanta luce sulla teoria del calore e che fu per la prima volta indicato da un Medico tedesco, M. Meyer, e da un Fisico inglese, M. Prescott Joule. Questo equivalente fissa a 430 chilogrammi circa il peso che discendendo dall'altezza di un metro, è capace di rigenerare il calore necessario ad innalzare di 1 grado centigrado la temperatura di 1 chilogrammo d'acqua ».

E qui termina il Sig. Foucault. Non ci dilungheremo a dimostrare quanta è l'importanza della sua esperienza, la quale acquisterà un valore anche maggiore allorchè, dando ad essa una maggiore estensione, sarà determinato l'equivalente meccanico del calore e sarà trovato corrispondente con quello già dedotto dalle esperienze di Joule sull'attrito e sulla forza elastica dei gas. A questo proposito ci limiteremo ad esporre alcune brevissime considerazioni, le quali mostreranno la difficoltà e la complicazione della ricerca di cui deve oggi occuparsi il Sig. Foucault per completare la sua scoperta. La resistenza che la mano applicata al manubrio della macchina rotatoria incontra per far ruotare la palla di rame allorchè è soggetta all'influenza dell'elettrocalamita, è evidentemente dovuta alla somma delle azioni elettro-magnetiche sviluppate fra le correnti indotte e la elettrocalamita; questa somma è anzi la misura della forza impressa alla palla e che rimane distrutta. Deve quindi anche l'intensità di quelle correnti, che è varia colla velocità di rotazione e colla conducibilità del corpo, essere proporzionale alla porzione di forza che le suddette azioni elettro-dinamiche distruggono. Consiste dunque la ricerca nel determinare la somma del calore che le correnti indotte e circolanti nella palla di rame vi sviluppano: l'equivalente meccanico del calore sarebbe in questo caso, pur troppo difficilissimo ad analizzarsi, il prodotto di una trasformazione dell'elettricità in calore. È così solamente che l'esperienza del Sig. Foucault può collegarsi colla teoria dinamica del calore, ed è pur manifesto che il

grandissimo pregio della medesima non può consistere che nella sua completazione.

Due esperienze vorremmo veder subito tentate, nella speranza di schiarire questo soggetto. Una di queste esperienze dovrebbe farsi variando la natura del corpo ruotante e sostituendo al rame una mistura di limatura di ferro e d'una sostanza isolante: in questo caso, mancando le correnti indotte e persistendo la forza ritardatrice, il magnetismo propriamente detto sarebbe una nuova cagione, indipendente, almeno a quanto oggi si sa, dal calore, di cui sarebbe a studiarsi la relazione colla citata teoria. Un'altra esperienza, che pur ci sembra importante, consisterebbe nello studiare se vi è riscaldamento in un disco metallico mantenuto fermo dinanzi ai poli di un'elettro-calamita, di cui il circuito è successivamente chiuso e aperto un gran numero di volte in un secondo col mezzo di una solita ruota a denti metallici, e nel misurare questo riscaldamento secondo che il disco è fermo o pure lasciato oscillare per le azioni elettro-dinamiche svegiate fra esso e i poli dell'elettro-calamita.

Desideriamo finalmente di conoscere con maggior dettaglio l'apparecchio adoperato dal Sig. Foucault, onde dissipare il dubbio, che forse non ha alcun fondamento per chi ne ha piena cognizione, che una qualche influenza sul riscaldamento trovato possa esercitare l'aumento di pressione e di attrito che la palla ruotante proverebbe nei punti d'appoggio, allorchè è soggetta all'azione dell'elettro-calamita.

INCISIONE E FOTOGRAFIA LITOGRAFICA. — NIEPCE DE SAINT-VICTOR (*), MAC PHERSON *di Roma* (**), GARNIER e SALMON (**).

Ecco come si esprime il Sig. Niepce de Saint-Victor in una comunicazione all'Accademia di Francia: « Per comple-

(*) Comptes rendus, t. xli. p. 549.

(**) Proceedings of the British Association at Glasgow, Sept. 1855.

(***) Ann. de Chim. et de Phys. 3.^{me} Série, t. xlv. p. 151.