NOTIZIE SULLA VITA E SUI LAVORI DI *MICHELE FARADAY* ;
PER M. A. DE LA RIVE (1).

(Traduzione, dal Francese, di INNOCENZO GOLFARELLI).

La scienza ha testè porduto uno de' suoi eminenti e fedeli rappresentanti. Faraday è morto la domenica del 23 Agosto 1867 ad Hampton-Court; egli era nato il 24 Settembre 1791 a Nowington-Butts nelle vicinanze di Londra. Egli entrò nel 1804 all'età di 13 anni come apprendista in una bottega da legatore di libri ove egli restò otto anni. Gli passavano tanti libri fra le mani, che non potè resistere alla tentazione di aprirne e di leggerne alcuno. Codeste letture che egli faceva la sera dopo di aver terminato il lavoro giornaliero, gli diedero il gusto dello studio e in particolare quello delle scienze. L'enciclopedia britannica fu quella, che l'iniziò ad alcune nozioni sull'elettricità; nelle opere di M.^{me} Marcet attinse dipoi le sue prime cognizioni sulla chimica. La direzione de' suoi lavori accennò sempre a questo avviamento, perchè essi ebbero essenzialmente per oggetto la chimica e l'elettricità.

« Non crediate », mi diceva egli in una lettera del 2

(1) Abbenchè questo lavoro dell'illustre fisico di Ginevra, non sia più recentissimo, pure la Direzione del Giornale ha creduto, riproducendolo qui, di fare una cosa grata ai lettori, e utile per la storia delle scienze.

R. Felici

Ottobre 1858 (1) ove egli mi dava quei dettagli « che io fossi
 « un profondo pensatore, nè un fanciullo precoce; io avea
 « semplicemente molta vita ed altrettanta immaginazione e
 « i racconti delle *Mille e una Notti*, mi piacevano quanto
 « l'Enciclopedia britannica. Ma ciò che mi salvò, fu l'im-
 « portanza, che io diedi di buon' ora ai fatti. Leggendo l'Ope-
 « ra sulla chimica della signora Marcet io avea cura di ve-
 « rificare ogni asserzione con delle piccole esperienze, che
 « io faceva per quanto me lo permetteva il mio peculio, e
 « la gioia che io provava a verificare in quel modo l'esat-
 « tezza dei fatti, contribuì specialmente ad invaghirmi della
 « chimica. Voi dunque potete immaginarvi la gioia che io
 « provai poscia, a conoscere personalmente la signora Mar-
 « cet, e quanto io godeva volgendo i miei pensieri al passato
 « e contemplando ad un tempo in lei i tempi trascorsi e il
 « presente. Tutte le volte che io le offriva una copia delle
 « mie memorie, io avea cura d'aggiungervi, che io l'inviava
 « a lei quale un attestato della mia riconoscenza come mia
 « prima istitutrice.

« Io ho gli stessi sentimenti per la memoria di vostro
 « padre, aggiungeva Faraday, perchè fu egli il *primo*, io
 « posso dirlo, che m'incoraggiò e mi sostenne dapprima a
 « Ginevra, quando io ebbi il piacere di vederlo colà, poi in
 « seguito colla rispondenza che io tenni seco lui rego-
 « larmente ».

Faraday qui allude ad un viaggio nel quale egli accom-
 pagnò nel 1814 Davy a Ginevra, ed ove durante un soggiorno,
 che egli fece coll'illustre suo maestro presso mio padre,
 questi scorse ben presto i meriti del giovane preparatore, e
 contrasse con esso lui delle relazioni, che non furono inter-
 rotte che dalla morte. Faraday, nell'epoca in cui viaggiava
 con Davy, era suo preparatore all'Istituto reale di Londra,
 ed io devo dirlo che egli mi ha più d'una volta espresso con
 lettere ed a voce la sua riconoscenza pel chimico eminente,

(1) Questa lettera mi fu indirizzata nell'occasione della morte della
 signora Marcet e dei cenni biografici che io era in procinto di pubblicare,
 (*Bib. Univ.* nuova serie 1858, tomo III). L' Autore.

che l'avea ammesso ad uno de' suoi corsi, e avea acconsentito, dopo di aver percorso le annotazioni, che il giovane scolare avea redatte su quel corso, a prenderlo per suo aiuto.

Dall' epoca di quel viaggio di cui vi ho parlato or ora, Faraday eccettuate poche e brevi assenze non lasciò più l' Istituto reale, ove egli avea il suo laboratorio e l' alloggio. Ammogliato ad una donna degna di lui e che divideva e comprendeva tutte le sue impressioni e tutti i suoi sentimenti egli ebbe una vita così tranquilla, come modesta. Egli rifiutò tutte le distinzioni onorifiche, che il governo del suo paese gli decretò: egli si contentò d' un trattamento modico e di una pensione di 300 lire sterline, che bastavano appena ai suoi bisogni, e non accettò altro supplemento, che di godersi negli ultimi anni della sua vita, durante l' estate, una casa di campagna ad Hampton Court, che la regina d' Inghilterra avea benignamente messo a sua disposizione.

Senza figli, completamente estraneo alla politica e ad ogni specie d' amministrazione, salvo quella dell' Istituto Reale, che egli dirigeva, come avrebbe diretto la sua propria casa, non avendo altro interesse, che quello della scienza, nè altra ambizione che quella di farla avanzare: Faraday fu lo scienziato il più completamente e il più esclusivamente dedicato alla ricerca delle verità scientifiche, delle quali il secolo attuale ci offre l' esempio.

Si comprende tutto ciò che dovette produrre in simili condizioni, una vita consacrata interamente alla scienza, quando ad una intelligenza forte e severa si trova congiunta la più brillante immaginazione. Ogni mattina, Faraday arrivava nel proprio laboratorio, come il negoziante va al banco, e là egli andava a dimandare all' esperienza la verifica- zione delle idee che egli avea concepite nella veglia, pronto a rinunziarvi se l' esperienza diceva *no*, come pronto a seguirne le conseguenze con una logica rigorosa, se l' esperienza rispondeva *sì*. Il suo lavoro d' ogni giorno non provava interruzione, che le poche ore che egli consacrava di tanto in tanto ad esporre nell' anfiteatro dell' Istituto reale, davanti ad un uditorio tanto numeroso, quanto scelto, alcune

parti della fisica o della chimica. Nulla può dare l'idea della bellezza che aveano quelle lezioni improvvisate, nelle quali egli sapeva combinare un discorso animato e spesso eloquente, colla scelta e colla destrezza dello sperimentare, che eran pari alla chiarezza e all'eleganza del suo dire. Egli esercitava sopra i suoi uditori un vero fascino; e quando, dopo di averli iniziati ai misteri della scienza, egli terminava la sua lezione come avea l'abitudine di farlo, elevandosi nelle regioni ben superiori alla materia, allo spazio e al tempo, l'emozione ch'egli provava, non tardava a comunicarsi a quelli, che l'ascoltavano, e l'entusiasmo non avea più limiti.

Faraday era difatti religioso per vero convincimento, e questo sarebbe un abbozzo ben imperfetto della sua vita, se non insistessi su questo tratto particolare che lo caratterizzava.

Le sue convinzioni cristiane occupavano un gran posto nel suo essere, e ne mostrava la potenza e la sincerità, per la conformità della sua vita co'suoi principi. Non era negli argomenti tolti dalla scienza che egli cercava le prove della sua fede; egli le trovava nelle verità rivelate, alle quali riconosceva, che lo spirito umano non può giungere da solo, anche quando, esse siano nella massima armonia con quello, che gli apprendono lo studio della natura e le meraviglie della creazione. Faraday avea da gran tempo compreso con ragione, che i dati scientifici sì mobili e variabili, non bastano all'uomo per dare alle sue convinzioni religiose una base solida e indistruttibile, e egli avea nel tempo stesso mostrato col suo esempio, che la miglior risposta che lo scienziato possa dare a quelli che pretendono, che i progressi della scienza siano incompatibili con queste convinzioni, è di risponder loro: E frattanto io son cristiano.

La sincerità del suo cristianesimo appariva ne' suoi atti, come nelle sue parole. La semplicità della sua vita, la rettitudine del suo carattere, la benevolenza attiva, che spiegava ne' suoi rapporti cogli altri, gli aveano procurato la stima e l'affezione generale. Sempre pronto a far servigi, egli sapeva lasciare il suo laboratorio, quando la sua presenza era necessaria ad un amico, od utile all'umanità. Lo si vedeva

mettere il suo sapere a vantaggio tanto per una domanda sopra una questione di salute pubblica, o d'una applicazione industriale, che per dare un consiglio pratico ad un artigiano, o esaminare la scoperta di un esordiente nella carriera scientifica. Solamente, come io l'ho già detto, all'infuori di queste poche eccezioni, egli s'era fatto una regola di non lasciarsi distorre dai lavori ai quali egli avea consacrato la sua vita, da delle occupazioni d'un altro ordine o da tutti quei pretesi doveri di società, che dissipano il tempo, abbreviano la vita intellettuale già sì corta e non lasciano che troppo spesso dietro di loro, vuoto e dispiaceri. Non era che ei non sapesse essere eminentemente socievole al bisogno e che non si permettesse delle ricreazioni, quando stanco del lavoro egli avea bisogno di riposo. Ma queste non erano che casualità della sua vita tanto esclusivamente dedicata al suo laboratorio.

La carriera scientifica di Faraday fu tanto felice che completa. Nominato già nel 1823 corrispondente dell'Accademia delle Scienze di Parigi, fu chiamato nel 1844 da quella stessa Accademia ad occupare uno de' suoi otto posti in qualità di socio straniero, dopo di essere stato aggregato successivamente a tutti i corpi scientifici dell'Europa e dell'America. Egli non era punto insensibile a questi onori scientifici, che egli accettava con una vera soddisfazione, mentre che rifiutò costantemente ogni altra specie di distinzioni onorifiche.

Ma egli è tempo di imprendere la parte la più importante di questa notizia, quella che deve essere consacrata all'esame dei lavori di Faraday. Prima di parlare dei lavori stessi, mi sia lecito spendere alcune parole intorno al modo nel quale lavorava Faraday.

È egli vero, che lo scienziato che vuole interrogare la natura deve porsi dinanzi a' suoi apparecchi, farli agire per trarne dei fatti e aspettare che questi fatti siano comparsi per dedurne delle conseguenze, il tutto senza idee preconette? Certamente il filosofo, che ha potuto darci un simil parere, non avea giammai sperimentato, e in ogni caso

questo metodo non è stato giammai quello degli inventori; nè questo era sicuramente il metodo di Faraday.

Vi è pure un secondo metodo che non era pure il suo, benchè, sia veramente serio e spesso fecondo. È quello, che consiste nel ripigliare i fenomeni conosciuti per studiarli con una gran precisione, determinandone con cura tutti gli elementi e i dati numerici, in guisa da formularne le leggi che li regolano, e spesso ancora a mostrare l'inesattezza delle leggi, alle quali si credevano soggetti. Questo metodo esige dei grandi studi preparatorii, un gran talento pratico nella costruzione degli apparecchi, una sagacità rimarchevole nell'interpretazione dei risultamenti forniti dall'esperienza ed infine molta perseveranza e pazienza. Egli è vero, che esso conduce sicuramente ad un risultamento, ed ecco il suo buon lato; ma le condizioni difficili che impone, sono altrettanti ostacoli che impediscono, che non sia generalmente seguito salvo che da delle intelligenze straordinarie.

Un terzo metodo ben differente dal precedente è quello, che uscendo dalle vie ordinarie, conduce come per ispirazione a quelle grandi scoperte, che aprono un nuovo orizzonte alla scienza. Questo metodo per esser fruttifero esige una condizione, condizione che non s'incontra che raramente, egli è vero; è il genio. Ora questa condizione si riscontrava in Faraday. Dotto come lo riconosceva egli medesimo di molta immaginazione e egli osava andare di sbalzo là, ove moltissimi altri avrebbero indietreggiato; la sua sagacità congiunta a un tatto scientifico squisito gli faceva presentire il possibile, gli impediva di errare nel fantastico. Non volendo che semplicemente dei fatti, e non ne accettando che difficilmente delle teorie, egli era frattanto più o meno diretto da idee preconcelte, che giuste o false, lo conducevano a nuove vie, ove spesso trovava ciò che cercava, e qualche volta ancora, quello che non cercava, ma dove sempre incontrava una scoperta importante.

Un simil metodo se è tale da essere sterile ed anche pericoloso per delle menti mediocri, nulladimeno nelle mani di Faraday ha dato origine a grandi cose, in virtù del suo genio, ma anche in virtù di quell'amore alla verità, che lo ca-

rafferizzava, e che lo preservava dalla tentazione, che prova troppo sovente ogni inventore, di vedere ciò, che desidera e di non vedere quello che ripudia.

I lavori che sono usciti da questa testa sì bene organizzata sono numerosi e variati; essi s'aggirano come già lo dicemmo, specialmente intorno alla chimica e all'elettricità. Questi ultimi, sono molto più numerosi e più importanti; così consacreremo loro la maggior parte di queste notizie, dopo di aver fatto una esposizione sommaria degli altri.

I.

Nel 1816 H. Davy ricevè una mostra di calce caustica nativa proveniente dalla Toscana. Egli la diede ad analizzare a Faraday, e trovò il lavoro così ben fatto che lo fece stampare aggiungendovi alcune osservazioni. Questo successo diede confidenza a Faraday nelle sue proprie forze e lo incoraggiò a cimentarsi in altre ricerche originali. Ei pubblicò nel 1817 e nel 1818 un lavoro sul passaggio dei gas attraverso ai tubi stretti, dal quale risultava che la velocità dell'efflusso dei corpi gassosi non dipende solamente dalla loro densità ma altresì dalla loro propria natura. Diversi altri punti della fisica e della chimica, all'infuori di quelli, che aveano per oggetto l'elettricità e il magnetismo, attirarono ad intervalli la sua attenzione durante tutta la sua carriera scientifica. Talvolta era una nota sulla combustione del diamante, tal'altra uno studio de' suoi prodotti, per la combustione dei gas, o per la sovrapposizione d'un'asta di ferro fortemente riscaldata, sopra una massa di rame alla temperatura ordinaria (esperienza di Trevelyan), tal'altra infine, delle ricerche sul limite della vaporizzazione del mercurio o sull'evaporazione di esso a basse temperature. Notiamo due memorie importanti l'una sulla spiegazione di certe illusioni ottiche prodotte dai corpi in movimento, l'altro sulla descrizione di alcune figure acustiche nuove che provengono dalle vibrazioni dello strato d'aria in contatto colle superfici delle lastre vibranti. La sua importante scoperta del *rigelo* cioè della facoltà che hanno due pezzi di ghiaccio ravvicinati l'uno al-

l'altro di saldarsi, pel fatto del semplice contatto ad una temperatura superiore a 0° , seguita nelle sue conseguenze come la è stata da Tyndall, ha ricevuto una estensione assai più grande di quello, che avrebbe creduto egli medesimo. In tutte queste memorie, anche le meno importanti, si ritrova un'idea originale, un punto di vista nuovo e sagliente che fa immediatamente riconoscere Faraday. E a questa occasione, come potrei io tacermi la sua spiegazione così semplice e chiara delle tavole giranti, e l'esperienza ingegnosa colla quale egli fa vedere e toccar con mano gli sforzi muscolari che fanno, senza che ne abbiano la coscienza, le persone che posano le loro mani sulla tavola, e ne determinano il movimento.

Arrestiamoci ora alcuni istanti ad alcune ricerche di maggior lena, di cui la pubblicazione precedette ed accompagnò anche in gran parte i suoi grandi lavori sull'elettricità.

Nel 1820 Faraday descrisse due nuovi composti del cloro e del carbonio. L'uno è solido, trasparente, incolore; egli cristallizza in piccoli prismi e in lame, e s'ottiene esponendo all'azione diretta del sole, del gas idrogeno bicarbonato, con una gran proporzione di cloro. L'altro racchiude meno cloro; è liquido, incolore, possiede una gran densità e si prepara facendo passare il primo attraverso un tubo incandescente, d'onde si svolge del cloro. La scoperta di questi due composti colmava una lacuna importante nella storia della chimica.

Più tardi (nel 1825) Faraday otteneva dalla compressione del gas cavato dal carbon fossile, un nuovo composto, che non meno interessante del precedente al punto di vista scientifico, avea inoltre una grande importanza industriale. Era un bicarburo d'idrogeno allo stato liquido, che si trovava essere la mescolanza di molti composti differenti, dotati di diversi gradi di volatilità, e che si potevano separare colla distillazione. Si sa già, quanto partito ne trasse l'illustre chimico Hoffmann per la produzione dei colori, estraendone l'anilina.

La scoperta di questo bicarburo d'idrogeno, non era che

un incidente nel lavoro che Faraday avea intrapreso nel 1823 sulla condensazione dei gas in liquidi. Il suo modo di operare in questo lavoro, consisteva nel porre in una delle estremità d'un tubo ricurvo, e chiuso ai due estremi, gli ingredienti necessari per la produzione del gas e ad immergere l'altra estremità in un miscuglio frigorifico. Il gas sviluppato in uno spazio chiuso, non tardava a condensarsi allo stato liquido nella estremità raffreddata del tubo. Fu così che, da prima il cloro, poi l'acido solforoso, l'idrogeno solforato, l'acido carbonico, il protossido d'azoto, il cianogeno, l'ammoniaca, l'acido idroclorico furono successivamente condotti allo stato liquido. Eccetto il cloro, tutti questi gas liquefatti erano senza colore e perfettamente trasparenti; essi aveano tutti un potere refringente superiore a quello dell'acqua. Le prove fatte per ridurre allo stato liquido gli altri gas, specialmente l'idrogeno, l'ossigeno e l'azoto furono infruttuose. Venti anni più tardi nel 1844, Faraday ripigliava queste esperienze condensando direttamente i gas con processi meccanici dentro tubi fortissimi ed ermeticamente chiusi e raffreddandoli per mezzo della mescolanza di etere e di acido carbonico solido, prodotto col metodo di Thilorier. La condensazione poteva andare a 50 atmosfere e l'abbassamento della temperatura fino a — 166 farnh., ossia 100° centigradi sotto 0°. Faraday giunse in questo modo a render liquidi oltre ai gas, che io già ho ricordato, il gas delle paludi, l'idrogeno fosforato e l'idrogeno arsenicato, come pure l'acido fluosilicico, ma non arrivò a solidificarlo. D'altra parte applicando il suo nuovo processo ai gas, che egli avea precedentemente liquefatti, li condusse non solamente allo stato liquido, ma anche allo stato di solidi trasparenti e cristallini; il gas idroclorico solo, fra questi ultimi, non poté divenir solido, mentrechè i gas iodidrico e bromidrico, furono successivamente liquefatti e solidificati.

Egli è facile comprendere tutta l'importanza d'un lavoro, di cui il risultamento era di modificare completamente le idee ricevute sulla costituzione dei gas permanenti, facendoli entrare nella categoria dei semplici vapori; era introdurre nella fisica molecolare una conoscenza nuova ed interessante,

le conseguenze della quale, si sono poi svolte successivamente.

È ancora ad una questione di fisica molecolare che si riferisce la memoria sulle relazioni dell'oro e degli altri metalli colla luce, che Faraday pubblicò nel 1857. Fra gli altri fatti interessanti, che racchiude quella memoria, noi citeremo quello d'una foglia d'oro battuto, che posta sopra una lastra di vetro diventa del tutto trasparente ed incolore, allorchè essa è portata ad un'alta temperatura, e che vista per trasparenza, riprende il suo color verde se si sottomette ad una forte pressione. Un gran numero di esperienze sui depositi pulverulenti di diversi metalli ottenuti da scariche elettriche trasmesse a traverso fili finissimi, conducono a dei risultati rimarchevoli nelle variazioni di colore, che provengono dal cangiamento dello stato molecolare dello stesso corpo. Noi troviamo anche in questa memoria uno studio dettagliato dei colori variati, che presentano diverse soluzioni d'oro, ed in particolare della bella tinta rosso rubino, che si ottiene colla dissoluzione d'una quantità d'oro, che agglomerata in una massa unica, non occuperebbe la settecentomillesima parte del volume d'acqua che essa colora. Non è necessario d'insistere sull'interesse che presentano delle ricerche, che hanno per oggetto lo studio dell'influenza ancora sì mal conosciuta della struttura molecolare dei corpi, sui loro rapporti colla luce e sulla loro trasparenza in particolare.

Fra i lavori molto numerosi di Faraday, che si connettono alle applicazioni della scienza all'industria, noi ci limiteremo a citare le sue ricerche sulla fabbricazione dell'acciaio e su quelle del vetro ottico; queste sono le più interessanti.

Fu a cagione dell'analisi dell'acciaio indiano chiamato *Vootz*, che di concerto con Stodart tentò di comporre una lega, che ne avesse tutte le proprietà, combinando l'alluminio col ferro e il carbonio. In una lettera indirizzata nel 1820 al Prof. De La Rive, egli racconta tutte le prove, che il suo collaboratore ed egli hanno fatto in due anni di lavoro consecutivo per scoprire le leghe le più soddisfacenti. Egli cita, come una delle migliori, quella di rodio e d'ac-

ciaio, e come quella, che presenta delle particolarità curiose, quella d'acciaio e argento: questa ultima lega non diventa una vera combinazione, che allorquando l'argento non vi entra che per $\frac{1}{800}$. Il platino al contrario si combina in ogni proporzione coll'acciaio. ma non dà una lega tanto buona, che quella di rodio e d'argento per la costruzione degli strumenti a taglio.

Benchè interessanti per molti riguardi, i risultamenti, che Faraday aveva ottenuti nel suo gran lavoro sulle leghe d'acciaio, non erano per la loro importanza in rapporto col tempo e la pena che gli aveano costato. Noi possiamo dire altrettanto delle faticose ricerche sulla fabbricazione del vetro ottico, che egli fece alcuni anni più tardi (nel 1829). Fu sull'iniziativa presa nel 1824 dalla Società Reale di Londra, che nominò un comitato per lo studio del miglioramento del vetro in vista del suo uso ottico, che Faraday fu chiamato ad occuparsene. Mentre che egli attendeva alla parte chimica, Dollond lavorava il vetro, ed Herschell lo sottoponeva alla prova sperimentale. Faraday riconobbe in seguito a lunghe e difficili prove, che il maggior ostacolo, che s'incontrava nella fabbricazione d'un buon flint-glass, cioè d'un vetro molto refrangente, era la presenza delle righe e delle strie provenienti da un difetto d'omogeneità, dovuto egli stesso a delle differenze di composizione, fra le porzioni contigue dello stesso vetro. L'uso dell'ossido di piombo nella composizione del flint-glass era la causa di questo difetto, che non si riusciva ad evitare completamente, anche facendo uso dei mezzi i più efficaci a rendere il miscuglio perfetto, durante il suo stato di fusione. Fra le combinazioni provate, quella del borato di piombo e di silice, diede un vetro dotato di proprietà ottiche ancora più pronunciate di quelle del flint-glass, e che presenta nel medesimo tempo una struttura moltissimo uniforme. Questo vetro che la sua densità considerevole (essa è doppia di quella del flint) lo ha fatto chiamare vetro pesante, si trova avere disgraziatamente una leggiera colorazione giallastra che lo ha reso poco proprio agli usi dell'ottica; ma il lavoro che Faraday avea consacrato alla sua fabbricazione, non è stato perduto, perchè questo stesso

vetro, è divenuto come lo vedremo più lungi, fra le mani dell'abile sperimentatore, l'istrumento di una delle sue più belle scoperte.

Faraday nella lunga e curiosa memoria che egli ha pubblicato sulla fabbricazione del vetro d'ottica, dà una descrizione minutissima di tutti i procedimenti, de' quali egli ha fatto uso, costruzione dei fornelli, scelta dei crogiuoli, mezzi di riscaldamento, artifici diversi tali, quale l'uso del platino in polvere iniettato nel vetro in fusione, per farne disappear le bolle, ec. È un vero insegnamento delle manipolazioni chimiche, e come un complemento al suo trattato su questo soggetto pubblicato nel 1827, che d'allora in poi se ne fecero ben tre edizioni. Tutti quelli, che nel dominio della fisica come in quello della chimica, sono chiamati ad sperimentare possono soli apprezzare l'immenso servizio, che loro ha reso quel trattato, insegnando loro una moltitudine di processi, di dettagli così preziosi a conoscersi e di cui fino allora non si trovava la descrizione in alcuna parte, dimodochè ciascuno era obbligato di farne il noviziato a proprie spese. Bisognava, che uno scienziato, che da lungo tempo combattesse colle difficoltà dello sperimentare, e che avesse saputo sormontarle in una maniera così ingegnosa, si desse la pena di descrivere i mezzi che avea impiegato, in guisa, che la sua propria esperienza potesse servire agli altri. Faraday è stato quello scienziato, e il suo scopo è stato perfettamente raggiunto.

Noi dovremmo forse parlar qui prima di passare ad un altro ordine di cose, di certe idee teoriche di Faraday, appartenenti alla fisica generale, e più particolarmente alla natura delle forze, alla loro reciproca correlazione e all'essenza della materia; ma noi preferiremo aspettare per occuparci delle opinioni, che egli ha espresse sopra quelle questioni, d'aver esposto i suoi lavori sull'elettricità e il magnetismo. Frattanto noi dobbiamo riconoscere fin d'ora, che i suoi punti di vista in quelle materie sono molto soggetti a contestazione, e che se ciò nondimeno gli hanno ispirato delle ricerche sperimentali del maggior interesse, è una prova, che fra le mani di un uomo di genio, una teoria anche cattiva, può essere l'origine delle più belle scoperte.

II.

Fra i lavori di Faraday piglierò ora in esame quelli relativi all'elettricità e al magnetismo. Non è certo senza esitazione che io imprendo codesto esame, perchè questi lavori sono tanto numerosi, che bisognerebbe allungare oltre misura questi cenni per farne solo una semplice analisi: essi sono nel tempo stesso così variati, che è impossibile di esporli nell'ordine cronologico della loro pubblicazione, senza che ne risulti confusione. Così ad esempio le ricerche sull'induzione sono interrotte da altre sulle decomposizioni elettrochimiche, per esser riprese e completate più tardi. Ogni memoria forma è vero un tutto completo, ma una memoria è spesso seguita da un'altra di cui il soggetto è tutto differente. Sembra che l'Autore dopo di aver trattato una quistione abbia bisogno di raccogliersi prima di ripigliarla e di distrarsi per così dire, occupandosi d'un altro genere di lavoro.

Mi è dunque sembrato che il meglio che mi restava a fare, era di riunire sotto alcuni punti principali tutti quei lavori diversi, per poter darne il sunto senza esser costretto d'entrar troppo in minuti ragguagli. Il primo comprenderebbe tutte le ricerche relative all'elettrochimica: il secondo, quelle che hanno per oggetto l'induzione, sia elettrodinamica, che elettrostatica; il terzo i fenomeni relativi all'azione del magnetismo e dell'elettricità dinamica sulla luce e su tutti i corpi della natura in generale. È vero, che vi hanno alcuni lavori che sfuggono a questa classificazione, atteso che, non rientrano in alcuna delle nostre tre divisioni. Ma questi sono lavori meno importanti, e che sono stati fatti casualmente, vale a dire, che sono il frutto di una circostanza particolare, che ha attirato l'attenzione di Faraday sopra un punto speciale. Tale è per esempio la memoria, che ha per oggetto lo studio delle proprietà elettriche del gimnotto; tale è anche quella, che tratta dello sviluppo della elettricità per lo strofinamento, che esercitano contro corpi solidi, i globuli d'acqua o di altre sostanze trascinate dal vapore: esperienze intraprese nell'occasione della scoperta della macchina d'Arm-

strong. Ve ne sono altre infine, che non contengono, che le conseguenze più o meno indirette delle scoperte fondamentali, che saranno esposte in una delle tre suddivisioni sotto le quali noi le abbiamo radunate. Noi non insisteremo nè sulle une, nè sulle altre, pensando, che noi non possiamo dare un'idea più esatta e più completa di tutti i progressi che Faraday ha fatto fare alla scienza dell'elettricità e del magnetismo, limitandoci a segnalare con qualche estensione le parti le più rimarchevoli delle sue ricerche su questi soggetti.

Faraday avea cominciato la sua carriera scientifica colla chimica; non è dunque a meravigliarsi, che egli abbia cominciato l'elettricità collo studio dell'elettrochimica. Era d'altronde sull'elettrochimica, che dovea esser diretta la sua attenzione in quel laboratorio dell'Istituto Reale, che era stato testimone delle magnifiche scoperte di Davy sulle decomposizioni chimiche operate dalla pila, e in particolare sulla produzione dei metalli alcalini. Occupandosi di questo soggetto egli non faceva che seguire le tradizioni, che gli avea lasciato il suo predecessore.

Le sue ricerche sulla conducibilità elettrica dei corpi, sono un primo passo in questa via. Si trattava di sapere, se come s'era creduto fino allora, la presenza dell'acqua è necessaria perchè i corpi liquidi siano conduttori, e se i corpi solidi non metallici, e per conseguenza composti possono condurre l'elettricità, e condurla senza essere decomposti. Cominciando dall'acqua, che è un isolante allo stato solido e un buon conduttore allo stato liquido. Faraday mostra, che un gran numero di sostanze composte sono nello stesso caso. Tali sono molti ossidi, dei cloruri, dei ioduri, ed una moltitudine di sali, che non conducono l'elettricità allo stato solido, ma che liquefatti dal calore senza alcuna mescolanza d'acqua diventano eccellenti conduttori, e sono decomposti dall'elettricità con separazione dei loro elementi come avviene per le soluzioni acquose. Alla lista di questi composti, Faraday aggiunge quella delle sostanze tanto semplici, come il solfo, ed il fosforo, quanto composte, come i perioduri e percloruri di stagno, e molti altri, che restano isolati allo

stato di fusione, come lo erano allo stato solido. Egli non giunse in questo primo lavoro, malgrado un gran numero di esperienze, in cui faceva intervenire l'influenza del calore e quella dell'elettricità ad alta tensione nello studio del potere conduttore dei corpi solidi, a determinare ben esattamente le condizioni della conducibilità elettrica; solamente egli riconosce, che salva un'eccezione, che egli non considera con ragione, che come apparente, non vi è un corpo solido, che diventando conduttore pel suo passaggio allo stato liquido non sia decomposto dalla corrente elettrica. Diciamo per non ritornarvi sopra, che Faraday ha avuto alcune volte dei dubbi su questo punto, che egli ha anche creduto, che l'acqua potesse condurre l'elettricità senza essere decomposta; ora l'esperienza ha mostrato che in tutti i casi, anche quelli, che sembrano i più favorevoli a quest'opinione l'elettricità non può essere trasmessa in qualsivoglia forma a traverso un corpo liquido composto, senza che questo corpo non provi la decomposizione elettrochimica.

In quanto alla cagione della conducibilità, siamo ancora ben lungi dal conoscerla; quando si vedono dei corpi, come i gas, diventare conduttori ad un grado elevato di rarefazione, mentre che, sotto la pressione ordinaria essi sono isolanti perfetti, si arriva forzatamente alla conclusione, che l'impossibilità in cui siamo di spiegare questa differenza come tante altre, che presentano sotto lo stesso rapporto i corpi solidi e liquidi, dipende da ciò, che noi non abbiamo ancora un'idea giusta della costituzione molecolare dei corpi. Forse le nuove teorie di molti fisici, quella di Clausius in particolare che considera le particelle formanti i corpi in uno stato di continuo movimento, riusciranno esse a rischiare questo soggetto, ancora così misterioso. Faraday stesso avea intraveduto questo rapporto tra la conducibilità elettrica e le idee che uno può formarsi sulla natura della materia. In un articolo interessante pubblicato nel 1844, egli mostrava, appoggiandosi sull'esperienza, che nella teoria, nella quale si considera un corpo composto di atomi pesanti separati gli uni dagli altri, da degli intervalli intermolecolari più o meno considerevoli, vi ha una moltitudine di fatti, di

cui alcuni non possono essere spiegati, che ammettendo che siano gli atomi che funzionano da conduttori, e che lo spazio intermolecolare sia isolante, e gli altri, che siano gli atomi isolanti, e lo spazio intermolecolare conduttore; contraddizione inammissibile. Egli concludeva da ciò, che bisogna rappresentarsi la materia come continua, o piuttosto rappresentarsi gli atomi come semplici centri di forza, e sostituire conseguentemente alla teoria atomistica la teoria dinamica. Noi vedremo spesso le tracce di queste idee, nei lavori susseguenti di Faraday; in quanto a noi, noi non sapremmo persuaderci; noi siamo convinti, che non è negando l'esistenza della materia propriamente detta, e limitandosi a non ammettere, che delle forze, che si giungerà a risolvere le difficoltà di cui si tratta, e molte altre ancora; ma piuttosto, modificando come l'ha fatto Clausius ed altri, le idee ricevute fin qui, sul modo di costituzione dei corpi, e loro sostituendone altre più in rapporto colle scoperte recenti.

Ma ritorniamo all'elettrochimica. Come io l'ho di già detto, Faraday si occupò da prima delle decomposizioni elettrochimiche operate dalla corrente. Egli comincia dall'ottenere la decomposizione dell'acqua e delle soluzioni per mezzo di un efflusso continuo il più che sia possibile di elettricità ordinaria, lasciando uno strato d'aria interposto fra le punte, che portano e tolgono l'elettricità di una macchina e una striscia di carta inumidita, che questa elettricità attraversa: egli osserva, che il deposito degli elementi separati, del liquido decomposto, ha luogo contro la superficie dell'aria, che è in contatto colla carta. Poi studiando le decomposizioni operate dalla pila, egli esamina le diverse spiegazioni, che si sono date di questo fenomeno, e conclude, che è molto più un fenomeno chimico che elettrico propriamente detto. In altri termini è una forma particolare dell'affinità, che sotto l'influenza dell'elettricità, s'esercita fra le molecole vicine le une alle altre, dimodochè la decomposizione è tanto più facile, che l'affinità è più forte. Egli stabilisce, che il trasporto degli elementi non può farsi, che fra corpi di cui le parti costituenti hanno dell'affinità le une per le altre; e se questi elementi si sviluppano allo stato li-

bero contro la superficie dei poli metallici della pila, è che non possono combinarsi colla sostanza di quei poli, perchè allorquando questa combinazione è possibile, essi non si svolgono più oltre. L'acqua in certi casi, l'aria in altri, come l'abbiamo visto possono servire di poli tanto bene, quanto i corpi solidi. Faraday respinge con ragione l'idea antica di certi fisici, che attribuivano le decomposizioni elettrochimiche alle attrazioni e ripulsioni elettriche ordinarie esercitate sugli elementi di un liquido conduttore, dai poli voltaici che vi sono immersi. I fili metallici, o i conduttori qualsiansi, che trasmettono l'elettricità in un liquido, non sono altra cosa, secondo lui, che delle vie per le quali la corrente elettrica penetra nel liquido; così per escludere ogni idea di tensione elettrica legata più o meno al nome del polo. Faraday propose di sostituire alla denominazione di poli quella di *electrodi*. Egli chiama pure col nome di *electrolisi* la decomposizione chimica operata dall'elettricità, riservando quella d'analisi per le decomposizioni chimiche ordinarie, nelle quali l'elettricità non interviene. Egli chiama infine *elettroliti* i corpi composti suscettibili d'essere decomposti dalla corrente elettrica.

Dopo questo studio preliminare e generale del soggetto, Faraday enumera i risultamenti, che egli ha ottenuti sottomettendo alla decomposizione elettrochimica un numero assai considerevole di composti, tanto semplici acidi o semplici basi, quanto combinazioni saline. Egli insiste sugli effetti secondari, che si presentano spesso in queste decomposizioni, soprattutto quando si tratta di soluzioni acquose nelle quali vi è ad un tempo decomposizione dell'acqua e della sostanza disciolta. Ma il punto essenziale delle sue ricerche è la legge alla quale egli pervenne sulla natura definita della decomposizione elettrochimica. Egli dimostra, fondandosi unicamente sulla esperienza, che la quantità d'azione chimica esercitata da una corrente elettrica, è proporzionale alla quantità d'elettricità, che costituisce quella corrente, e di più che una stessa quantità d'elettricità, ossia una stessa corrente, decompone delle quantità chimicamente equivalenti di tutti i corpi composti, a traverso i quali essa è trasmessa. Così, se

si mette in seguito gli uni degli altri, nel circuito di una pila voltaica molti apparecchi destinati a decompor l'acqua, e a raccogliere i prodotti gassosi di questa decomposizione, si trova, che presso tutti, anche allorquando il grado di acidità dell'acqua e la forma e la grandezza degli electrodi sono differenti in ciascuno, la stessa corrente attraversandoli nello stesso tempo dato, vi produce la stessa quantità di gas, e per conseguenza vi decompone la stessa quantità d'acqua. La quantità d'acqua decomposta in un tempo dato, apprezzata dalla quantità del gas svolto, è dunque la misura esatta della quantità di elettricità, che ha prodotto quell'effetto. Così si è chiamato con Faraday *voltmetro* l'apparecchio semplicissimo, che riceve l'acqua leggermente acidulata, destinata ad essere decomposta dalla corrente, e per mezzo della quale si misura esattamente il volume del gas sviluppato da quella corrente in un tempo dato.

Riguardo al secondo principio, che la stessa quantità d'elettricità decompone delle quantità chimiche equivalenti di tutti i corpi composti, Faraday lo dimostra, ponendo molti elettroliti differenti, gli uni in seguito agli altri nello stesso circuito, per esempio l'acqua acidulata d'un voltmetro, del protocloruro di stagno, e del cloruro di piombo l'uno e l'altro in fusione ed ottiene delle quantità di stagno, di piombo, di cloro, d'idrogeno e d'ossigeno, che sono chimicamente equivalenti. Poi risalendo dall'effetto alla causa, egli arriva a concludere, che vi è uguaglianza perfetta fra l'elettricità che decompone un corpo, e quella che è generata dall'azion chimica, che conduce la decomposizione diretta d'una quantità uguale di questo stesso corpo, o di una quantità chimicamente equivalente d'un'altra. Egli è così condotto ad occuparsi della teoria della pila ed a riconoscere, che il potere di questo apparecchio ha la sua origine nell'azion chimica e non nel contatto dei due metalli eterogenei, contatto, che non è necessario nè per produrre una scintilla, nè per determinare una decomposizione chimica.

Egli stabilisce da prima, che sia per ottenere una decomposizione, sia per produrre una scintilla, una piastra di zinco immersa nell'acqua acidulata, basta senza che sia ne-

cessario di mettere lo zinco in contatto con alcun altro metallo. Egli mostra, che in ogni pila, la presenza di un elettrolite cioè di un liquido suscettibile di essere decomposto, è indispensabile, perchè vi sia sviluppo di elettricità. Poi distinguendo nell'elettricità generata l'intensità, (ossia la tensione) e la quantità, egli studia le circostanze, che spettano, sia alla natura dell'azion chimica, sia al numero delle coppie voltaiche associate che influiscono sopra questi due caratteri della corrente. In due parole egli stabilisce una tal correlazione fra quello, che succede nell'interno della pila, e ciò, che ha luogo nell'elettrolite interposto fra i poli di quella pila, che egli è impossibile di non ammettere con lui, che la decomposizione elettrolitica, non è altra cosa, che una forma dell'affinità chimica trasportata dalla pila nell'elettrolite decomposto.

Volendo farsi un'idea della quantità di elettricità, colle particelle di cui si compone la materia, egli cerca di valutare quella, che è necessaria per la decomposizione di un grano d'acqua, riguardandola come è giusto di farlo, come equivalente a quella, che produce l'azion chimica diretta, (azione dell'acqua acidulata sullo zinco) che decompone quel grano d'acqua. Ora egli arriva a questo risultato incredibile cioè, che quella quantità di elettricità valutata col calore, che essa sprigiona attraversando un filo di platino, è superiore a quella, che si manifesta in 800 mila scariche d'una batteria di bottiglie di Leida, caricata da trenta giri d'una potente macchina elettrica a disco; e per conseguenza come equivalente a quella, che costituisce un violento colpo di folgore.

Le ricerche delle quali ho testè parlato furono fatte nel 1833-34-35. Io mi era occupato in un'epoca precedente a quella, delle stesse quistioni, ed ero arrivato con dei metodi un poco differenti alla stessa conclusione di Faraday, cioè, che è nell'azion chimica, che risiede l'origine dello sviluppo dell'elettricità nella pila voltaica. Così Faraday allude spesso in modo gentile a' miei lavori, e più tardi, nel 1840, egli mi scrisse una lettera, nella quale mi diceva, che essendosi novellamente alleato alla teoria chimica, egli avea affer-

rata la quistione in un modo diretto, come l'avea già fatto, dimostrando che il contatto solo, se non è accompagnato da una azion chimica, non è una sorgente d' elettricità. La memoria nella quale egli tratta a fondo questa questione, è l'ultima, che egli ha consacrato a questa parte dell' elettricità. Egli dimos'tra in essa mediante una moltitudine di esperienze ingegnose, che la presenza di un elettrolite, cioè di un liquido ad un tempo composto e conduttore dell' elettricità, è indispensabile alla produzione dell' elettricità in una copia voltaica; egli varia le sue esperienze sotto mille forme, ora esaurendo il numero delle combinazioni chimiche impiegate come elettroliti, ora facendo intervenire l'azione della temperatura o quella di altri agenti; e termina mostrando con delle considerazioni generali l'improbabilità dell' esistenza di una forza di contatto.

Si può dire che quell' ultimo lavoro, completamente prezioso di precedenti, ha portato fino all'evidenza la verità della teoria chimica. Questa teoria intraveduta da Wollaston e da Fabroni, e combattuta dalla maggior parte dei fisici del principio di questo secolo avea trovato nelle belle esperienze di Becquerel (il padre) sull' elettricità sviluppata dall' azione chimica un potente argomento in suo favore. Fu allora (dal 1825 al 1835) che approfittando di quelle esperienze e cercando io stesso, di farne delle nuove dello stesso genere, ma in una direzione un poco differente, io pubblicai diverse memorie per appoggiare e precisar meglio di quel che si era fatto fino allora la teoria chimica della pila voltaica. Ma bisogna che io riconosca, che si deve a Faraday l'aver basato questa teoria su prove irrefragabili, non solamente per la varietà e il numero considerevole delle sue ricerche, ma soprattutto per la sua bella scoperta dell' azione decomponente definita della corrente elettrica, scoperta che stabilisce fra l'azion chimica esterna della pila voltaica, e l'azion chimica, che ha luogo nell'interno medesimo di quell'apparecchio, una relazione sì intima, che è impossibile di non vedere nella seconda, la causa della prima.

III.

Faraday scoprì nel 1831 l'induzione elettrica: è la più interessante, se non forse la più brillante delle sue scoperte. Dieci anni prima, (nel 1821) egli avea già osservato un fenomeno nuovissimo nella scienza dell' elettrodinamica; questa scienza, uscita per così dire onninamente dal cervello d' Ampère, in seguito alla scoperta d' Oersted. Colto dalle esperienze del gran fisico francese sulle attrazioni e ripulsioni reciproche delle correnti elettriche e delle calamite, Faraday era stato condotto da delle idee teoriche passabilmente confutabili e poco conformi ai principii della meccanica, ad ammettere, che una corrente elettrica, deve girare attorno al polo d' una calamita con movimento continuo, e che reciprocamente il polo d' una calamita deve girare lo stesso attorno ad una corrente elettrica. Egli verificò coll' esperienza questo doppio risultamento di cui Ampère non tardò a mostrare l' accordo colla sua teoria e ad aggiungervi altri fatti dello stesso ordine. Egli non è men vero, che la scoperta di un movimento continuo di rotazione dovuto all' azione combinata di una calamita, e di una corrente elettrica era molto impreveduta, e nello stesso tempo importantissima, perchè non si aveano fino a quel tempo in fisica esempi di questo genere d' azioni. Era un primo passo fatto in questa via, che dovea condurre a ritrovare una relazione fra il movimento meccanico e le forze molecolari.

Arago nel 1824 fu il primo, che stabilì direttamente quella relazione, colla sua bella scoperta del magnetismo per rotazione, perchè egli mostrò, che il semplice movimento meccanico può rendere un corpo non magnetico da se stesso suscettibile d' agire sulla calamita. Faraday andò più lungi nel 1831, scoprendo, che basta avvicinare od allontanare ad un filo metallico, che forma un circuito chiuso, un altro filo parallelo attraversato da una corrente elettrica, o semplicemente una calamita, per destare nel primo filo una corrente elettrica. Egli avea trovata l' induzione, fenomeno che mol-

tissimi altri avean cercato invano sospettandone l'esistenza, ma che egli solo era riuscito a produrre.

Fermiamoci un istante sulla sua esperienza fondamentale :

Si avvolgono due fili di metallo coperto di seta, l'uno coll'altro attorno un cilindro di vetro o di legno; i due fili sono così isolati, ed hanno tutte le loro spire ravvicinate e parallele. Si fa passare una corrente elettrica in uno dei fili, subito se ne manifesta una diretta nel senso contrario nel filo vicino, di cui le estremità sono congiunte ad un galvanometro; ma questa corrente non dura che un istante. S'interrompe la corrente che passava attraverso al primo filo; immediatamente, se ne svolge ancora una nel secondo filo, istantanea come nel primo caso, ma diretta nello stesso senso della corrente produttrice, in vece di esserlo in senso contrario. L'istantaneità di queste due correnti, il fatto della loro direzione alternativamente contraria, ecco i due caratteri importanti di questo nuovo modo di produzione dell'elettricità.

Faraday non si tenne pago di questo: partendo dall'ipotesi d'Ampère, che una calamita non sia, che una riunione di correnti elettriche disposte attorno ad un asse, in una maniera molto analoga alla circolazione di una corrente elettrica attraverso un filo metallico ripiegato ad elica, egli tentò di sostituire nella sua esperienza fondamentale, il filo traversato dalla corrente elettrica con una semplice calamita. A questo scopo, egli r avvolse un solo filo invece di due attorno ad un tubo di vetro o di legno; poi introdusse in quel tubo una calamita, e constatò, che in quel medesimo istante si sviluppa una corrente istantanea nel filo ad elica, e che se ne genera un'altra ugualmente istantanea, ma diretta in senso contrario, al momento in cui si ritira la calamita. Eccola dunque realizzata questa produzione di elettricità col magnetismo che Faraday cercava già da gran tempo, convinto com'era, che poichè l'elettricità produca il magnetismo, il magnetismo alla sua volta deve produrre l'elettricità.

È egli forse necessario di seguire Faraday nelle molteplici esperienze, colle quali egli dimostra, che l'elettricità

svilupata dall' induzione, possiede tutte le proprietà dell' elettricità voltaica, e dell' elettricità ordinaria delle macchine, che essa decompone l' acqua che essa scalda i fili sottili di metallo, che essa dà delle scosse, che produce anche una scintilla. Produrre una scintilla elettrica per mezzo dell' azione di una semplice calamita è questo un dei fatti sorprendenti, che danno alla scoperta, che conduce ad un simile risultamento una polarità, se io oso d' esprimermi così, che risplende sul suo autore

Faraday non tardò a mostrare che il magnetismo terrestre può come quello d' una calamita svolgere delle correnti elettriche per induzione in un filo metallico rivolto ad elica, o in circolo, ed animato in un piano perpendicolare a quello del meridiano magnetico d' un movimento d' oscillazione. Egli trovò pure, che non era necessario d' impiegare dei fili metallici per constatare l' influenza del magnetismo terrestre sulla produzione delle correnti indotte, ma che bastava di mettere in rotazione, in un piano perpendicolare all' ago d' inclinazione, un disco metallico di rame per esempio, per trovarlo percorso da correnti elettriche che vanno dal centro alla circonferenza, o dalla circonferenza al centro, secondo il senso della rotazione. A più forte ragione la vicinanza d' una calamita genera, in un disco simile messo in rotazione in un piano qualunque sotto l' influenza di quella calamita delle correnti indotte, di cui la presenza constatata direttamente, spiega in una maniera perfettamente soddisfacente i fenomeni del magnetismo di rotazione scoperti da Arago.

Quelle correnti, benchè difficili a vedersi, devono però avere una potenza assai grande, poichè esse possono trascinare una calamita passabilmente pesante, per l' azione che esse esercitano sopra di lei. Egli è probabile, che quella potenza dipende meno dalla loro intensità individuale che dal loro numero, che sembra essere considerevole. Noi possiamo citare due esempi, che provano in una maniera meravigliosa tutta l' energia che può acquistare questo modo di produzione delle correnti indotte. Il primo è fornito da una esperienza curiosa di Faraday, nella quale facendo girare su se stesso una massa cubica di rame sospesa ad un filo fra i poli di un' elettrocalamita non magne-

tizzata, egli vide al momento in cui magnetizzò l'elettrocalamita, quella massa fermarsi subitamente per effetto dell'azione magnetica sulle correnti, che l'induzione avea determinate sul rame. Noi troviamo il secondo esempio nel fatto osservato dal Foucault del fermarsi subitaneo di un disco grosso di rame messo in rotazione fra i poli di un' elettrocalamita, nel momento che in essa circola una corrente. Quest'ostacolo è tale, che non può essere sormontato, che da una forza considerevole, e che il disco stesso si riscalda fortemente, se si continua a mantenere la rotazione malgrado la resistenza che s'incontra. Perchè esse possano produrre un tal riscaldamento in una massa così considerevole, e provare un'azione attrattiva così forte, per parte dell'elettrocalamita, bisogna bene, che le correnti indotte in questa maniera abbiano una grandissima potenza; potenza che esse devono essenzialmente all'eccessiva rapidità del movimento che le genera.

Io non seguirò Faraday in tutti i suoi lavori sull'induzione, che accompagnarono la sua scoperta fondamentale. Io mi limiterò a ricordare, che nel 1834 egli trovò un nuovo fatto importante, cioè la produzione d'una corrente indotta nel filo stesso, che conduce la corrente induttrice; produzione, che ha luogo da prima al momento in cui questa ultima corrente comincia a circolare, poi quindi al momento in cui cessa di passare. Se quel filo è ripiegato ad elica attorno ad un cilindro di ferro dolce, l'effetto prodotto acquista una grande intensità pel fatto della magnetizzazione e della smagnetizzazione alternativa del ferro, che accompagnano il passaggio e l'interruzione della corrente nel filo. Si sa tutto il vantaggio che si è tratto da questa combinazione per costruire degli apparecchi potentissimi. Si sa ugualmente come di perfezionamento in perfezionamento si è arrivato a trovare nell'induzione e per conseguenza nel semplice movimento meccanico che gli dà origine, il processo il più semplice e il più economico per ottenere dell'elettricità in vista soprattutto delle sue applicazioni alla terapeutica ed all'illuminazione.

La scoperta dell'induzione elettrodinamica cioè della produzione di una corrente per influenza di una corrente esteriore, condusse Faraday ad esaminare più da vicino, che non si fosse

fatto prima di lui, il fenomeno dell' induzione statica, cioè dello sviluppo a distanza dell' elettricità di tensione, in un conduttore isolato, per influenza d' un corpo elettrizzato. Egli riconobbe ciò, che alcuno mai avea notato; cioè, che la natura del corpo interposto, fra la sorgente d' elettricità e il conduttore sottoposto all' azione di quella sorgente avea una grande influenza sull' effetto prodotto, che fra i corpi, gli uni facilitavano lo sviluppo dell' elettricità a distanza, mentrechè altri la impedivano completamente. Egli chiamò i primi *dieletrici* e constatò, che i dielettrici, che sono essenzialmente le resine, lo zolfo, la gomma lacca, gli olii di trementina e di nafta ec. godono in grado differente di quella proprietà di trasmettere l' elettricità per influenza, mentrechè non vi è questo a riguardo alcuna differenza fra i gas, che hanno lo stesso potere dielettrico, qualunque sia la loro natura e densità. Al contrario i metalli non sono punto dielettrici; essi risentono l' influenza elettrica, ma non la trasmettono.

Faraday trasse dallo studio, che abbiamo ora citato compendiosamente la conclusione, che l' induzione non ha punto luogo a distanza, ma che essa si opera per mezzo della serie di particelle interposte fra il corpo induttore e il corpo indotto. Egli ammise, che quelle particelle sono polarizzate le une dietro le altre, ciò che Matteucci dimostrò direttamente più tardi coll' esperienza, che per conseguenza il modo di propagazione dell' elettricità, è lo stesso nei corpi isolanti, che nei conduttori, e che le diverse sostanze non differiscono fra loro in ciò, che per la facilità, e per la rapidità più o meno grande, colla quale si opera in esse quella polarizzazione necessaria alla trasmissione dell' elettricità. Poi passando di là, all' analisi dei differenti modi, secondo i quali hanno luogo le scariche elettriche, le une oscure, le altre luminose, le une elettrolitiche, cioè accompagnate dalla decomposizione chimica del corpo conduttore, le altre disruptive, cioè che s' operano per la disgiunzione meccanica delle particelle della sostanza interposta, egli si fermò più particolarmente allo studio delle forme diverse, che piglia la scintilla elettrica nei gas più o meno rarefatti. Io non finirei questa parte, se tentassi di esporne tutte le esperienze che egli fece per dilucidare questi differenti punti e per giun-

gere a formarsi un' idea della natura stessa della corrente elettrica. Identità della corrente qualunque sia la sua origine; sua produzione dovuta a forze polari, che possono esercitare un'azione trasversale, come è il caso nei fenomeni elettrodinamici; queste forze polari emananti da particelle contigue; tali sono i principi, che Faraday cercò di stabilire come conseguenze delle sue ricerche sperimentali nello stesso tempo, che egli respinse l'idea delle azioni a distanza, riunendo tutte le manifestazioni elettriche alla presenza della materia ponderabile.

Che si ammetta o no completamente tutte le idee di Faraday, egli è impossibile di non riconoscere i passi immensi, che egli ha fatto fare alle teorie dell'elettricità, sia dimostrando coll'esperienza la falsità di certi concetti ammessi generalmente fino a lui, sia aprendo dei punti di vista tutt'affatto nuovi sulla natura stessa dei fenomeni elettrici. Noi ne abbiamo avuto la prova poco fa, nelle conseguenze alle quali l'hanno condotto i suoi lavori sull'induzione statica. Le sue scoperte sull'induzione elettrodinamica ne hanno avuto delle più importanti ancora, introducendo la conoscenza del movimento meccanico nell'essenza del movimento elettrico, e permettendo così a Weber di riunire in una maniera tanto ingegnosa, che soddisfacente i fenomeni meccanici dell'elettrodinamica scoperti da Ampère coi fenomeni elettrici dovuti al movimento meccanico, scoperti da Faraday.

Ampère e Faraday, due nomi legati per sempre dalla conformità dei loro lavori, alla storia della scienza della elettricità, alla quale essi hanno aperto un tanto nuovo e vasto orizzonte. E frattanto spiriti così dissimili pel loro modo di procedere, che simili per la potenza del loro genio. Tutti due dotati eminentemente di quella facoltà di divinazione, che partorisce le grandi scoperte, ma l'uno, Faraday, vi arrivava per impressione, per una specie d'istinto, che non l'ingannava; l'altro, Ampère, che camminava di un passo più sicuro, perchè avea per strumento il calcolo, che ei maneggiava con un'abilità rimarchevole, e giungeva così a dei risultamenti, che appena chiedeva all'esperienza di riconfermare, tanto egli era sicuro che essa non l'avrebbe tradito.

IV.

Io passo ora all' ultima gran serie dei lavori di Faraday. Io ho detto, e credo di aver provato, che l' induzione è stata la più importante delle sue scoperte, e adesso devo dire, che l' azione del magnetismo e dell' elettricità sulla luce è stata la più brillante. Si era spesso tentato di vedere, se il magnetismo e l' elettricità esercitavano alcun influenza diretta sulla luce; non si era giammai riusciti. Si operava su dei raggi luminosi, che caminavano nell' aria o nei liquidi, si cercava di agire sopra di loro, sia con delle forti calamite, sia con delle correnti elettriche, o colla elettricità statica, non si era giammai ottenuto nulla, assolutamente nulla. Tutte queste ricerche negative non sono mai state pubblicate ma esse però hanno esito:

Guidato da delle considerazioni teoriche sulla correlazione mutua delle forze della natura, Faraday riuscì dopo molti tentativi infruttuosi a trovare il legame che esiste fra le forze magnetiche ed elettriche. Invece di prendere un raggio órdinario, egli opera con un raggio straordinario, invece d' agire direttamente su quel raggio per mezzo d' una calamita, egli lo sottopone all' influenza del magnetismo, mentrechè attraversa un prisma di vetro nel senso della sua lunghezza. Quel prisma terminato da due basi quadrate e parallele, di cui le faccie sono ben pulite, e che son quelle, dalle quali penetra ed esce il raggio polarizzato è egli stesso posto fra i poli di un elettrocalamita, in guisa, che la sua lunghezza, e per conseguenza la direzione del raggio trasmesso, siano parallele alla linea, che riunisce i poli magnetici. Finalmente il raggio polarizzato uscendo dal prisma di vetro non arriva all' occhio, che dopo di avere attraversato un prisma di Nicol, che serve di analizzatore. È pure attraversando un primo prisma di Nicol, prima di penetrare nel prisma di vetro, che il raggio di luce è polarizzato, egli può esserlo pure in qualsiasi altra maniera.

Si sa, che girando il prisma analizzatore di un certo angolo, si giunge ad estinguere il raggio polarizzato in modo, che la macchia brillante è rimpiazzata da una macchia nera. Se

dopo di avere effettuato quella operazione, si fa passare una forte corrente elettrica attraverso il filo, che circonda l'elettrocalamita, la macchia nera scompare e riappare la brillante. Allora girando ancora un poco nello stesso senso il prisma analizzatore, si estingue di nuovo il raggio luminoso, ma questa estinzione cessa, appena si sopprime l'azione magnetica interrompendo la corrente, che magnetizzava l'elettrocalamita. L'azione del magnetismo consiste adunque semplicemente a far girare d'un certo angolo il piano di polarizzazione, e a dare artificialmente al vetro, mentre che è sotto l'influenza magnetica una proprietà, che certe sostanze, come il quarzo e l'essenza di trementina possiedono naturalmente.

Le sostanze trasparenti possono tutte, eccetto i gas, ma a gradi differenti, servire di medium al magnetismo per agire sul raggio polarizzato. Ma quella per mezzo della quale quell'influenza si manifesta meglio, è il vetro pesante d'un colore giallastro (boro-silicato di piombo) che Faraday avea ottenuto nelle sue ricerche sperimentali sulla fabbricazione del vetro per l'ottica. Egli si trovava avere fra le mani molti saggi di quel vetro e fu, utilizzando uno di quei saggi, per fare l'esperienza che noi abbiamo descritta, che egli scoprì la rotazione magnetica del piano di polarizzazione: fenomeno che probabilmente gli sarebbe sfuggito, se da principio si fosse servito di vetro ordinario. Così i lunghi e penosi lavori, ai quali egli s'era un tempo dedicato senza gran successo per trovare un vetro adatto alla fabbricazione dei cannocchiali, non furono perduti per la scienza, poichè gli facilitarono i mezzi di arricchirla di una delle sue più belle scoperte.

Studiamo ora un poco più da vicino il nuovo fenomeno, all'oggetto di farne meglio conoscere l'importanza. Alcune sostanze, noi abbiain detto, possiedono naturalmente la proprietà di far girare d'un angolo più o meno grande il piano di polarizzazione d'un raggio polarizzato che lo attraversa; le une lo fanno girare a dritta dell'osservatore, le altre alla sua sinistra. La scoperta di Faraday consiste in ciò, che l'influenza del magnetismo, o quella delle correnti elettriche, sviluppa presso tutte le sostanze trasparenti quella stessa proprietà, con questa differenza, che il senso della rotazione del piano di polarizzazione

non dipende, che dalla posizione dei poli magnetici, o dal senso delle correnti per rapporto alla sostanza trasparente. La legge consiste in ciò, che se il polo nord dell'elettrocalamita è posto dalla parte dell'osservatore, che riceve il raggio luminoso nel suo occhio, e per conseguenza il polo sud dalla parte dalla quale il raggio polarizzato entra nella sostanza, la rotazione del piano di polarizzazione ha luogo per l'osservatore da sinistra a destra; essa ha luogo da destra a sinistra, se s'inverte la direzione della corrente e per conseguenza il senso della magnetizzazione. Si può sostituire l'azione della calamita, con quella di un'elica, nell'asse della quale, si pone la sostanza trasparente; si osserva benissimo ancora in questo caso, la rotazione del piano di polarizzazione, appena che si trasmette attraverso il filo dell'elica una corrente un poco forte, e il senso della rotazione è sempre lo stesso che quello della corrente.

Così, mentrè nelle sostanze dotate naturalmente della polarizzazione circolare, la rotazione del piano di polarizzazione ha sempre luogo, secondo la natura della sostanza o a dritta, o a sinistra dell'osservatore, nell'esperienza di Faraday il senso di quella rotazione non dipende che dalla direzione delle correnti elettriche, o dalla posizione relativa dei poli magnetici, poichè essa è completamente indipendente dalla posizione dell'osservatore. Questi due generi d'azioni non sono adunque identici, e non si può dire, che si determini per l'influenza della calamita o dell'elettricità presso tutti i corpi trasparenti la stessa proprietà esattamente che possiedono naturalmente certe sostanze. Faraday fa ben notare questa differenza con un'esperienza che consiste a far riflettere internamente per mezzo d'un artificio ingegnoso sulle superfici estreme del prisma il raggio polarizzato, una o più volte prima di lasciarlo uscire, il che raddoppia, triplica, quadruplica, secondo che il raggio è riflesso una, due, tre volte, l'angolo di rotazione del piano di polarizzazione: ma allorchè invece della polarizzazione rotatoria magnetica, si tratta della polarizzazione rotatoria naturale, il risultamento è tutto differente, il ritorno del raggio riflesso neutralizzando l'effetto, che avea provato il raggio diretto camminando in una direzione inversa: in questo caso, l'angolo di rotazione del piano di polarizzazione di un raggio riflesso due volte, e che per con-

seguenza ha attraversato tre volte la sostanza trasparente, non è più grande di quella di un raggio, che non l'ha attraversato che una volta.

Il fenomeno generale e sì inaspettato scoperto da Faraday, è finqui restato privo di spiegazione, malgrado moltissime ricerche, e malgrado soprattutto i lavori così perseveranti e rimarchevoli di Verdet.

Non è stato pur possibile di riunirli ad alcuna altra proprietà dei corpi, benchè ogni sostanza abbia il suo potere magnetico rotatorio specifico. Faraday frattanto ne ha tratto una conseguenza generale, che l'ha condotto ad un'altra scoperta: questa conseguenza è, che il magnetismo agisce sopra tutti i corpi, poichè tutti i corpi trasparenti possono modificarsi assai sotto la sua influenza, per acquistare a gradi diversi egli è vero, un potere, che essi non possiedono da se stessi. La scoperta alla quale io ho accennato, è che come la calamita agisce per attrazione sui corpi magnetici, ugualmente agisce per ripulsione sopra tutti gli altri corpi della natura. Ne risulta, che mentrechè un' asta di ferro, o d'un'altra sostanza magnetica, si pone, quando essa è sospesa fra i poli di un'elettrocalamita *assialmente*, cioè parallelamente alla linea, che congiunge i poli, un prisma di vetro pesante, lo stesso per esempio, che ha servito alle esperienze sulla luce, si pone *equatorialmente*, cioè trasversalmente a quella stessa linea. Una verga di bismuto è nello stesso caso, e questo metallo è col vetro pesante la sostanza sulla quale, quell'azione ripulsiva della magnete è più pronunciata: ma tutti i corpi della natura che non sono magnetici, (e questi sono di molto più numerosi), presentano la stessa proprietà, solamente a dei gradi differenti. Così Faraday giunse a classificare tutti i corpi sotto due sezioni: quelli, che sono magnetici, o *paramagnetici*, come egli li chiama, come il ferro, il nikel ec., e quelli che sono *diamagnetici*, come il bismuto, l'antimonio, il vetro pesante ec. Il carattere dei primi è d'essere attirati dalla calamita, quello dei secondi, è d'essere respinti. È vero, che quella ripulsione per esser sensibile esige una potenza magnetica enorme, anche allorchando si tratta di corpi di cui il diamagnetismo è il più pronunciato mentrechè una magnete debolissima è sufficiente per mostrare la sua azione sui corpi magnetici, come il ferro, l'acciaio, il nikel, ec.

Occorrevano adunque dei mezzi molto energici, come Faraday li avea usati, per scoprire il diamagnetismo. Frattanto un amatore distinto delle scienze, Lebaillif di Parigi avea già nel 1828 mostrato, che un pezzo di bismuto, ed uno di antimonio, respingono in un modo evidente un ago magnetizzato, sospeso delicatamente, quando si avvicinano all' uno o all' altro polo dell' ago calamitato, per quanto più vicino si può, senza però toccarlo. Faraday ignorava questa circostanza quando pubblicò il suo primo lavoro sul diamagnetismo; io lo avvisai immediatamente, indicandogli il giornale dove io avea pubblicata l' esperienza di Lebaillif, di cui era stato testimonio, io stesso pel tempo. Egli raccolse il mio reclamo nel modo il più gentile, e non tardò a riconoscere colla sua lealtà ordinaria la priorità di Lebaillif, pel caso del bismuto e dell' antimonio.

Nelle ricerche numerose, che Faraday consacrò (dal 1845 al 1855) al diamagnetismo e nello stesso tempo al magnetismo, vi sono alcuni punti importanti, che io devo segnalare. Egli scoprì l' influenza rimarchevole, che esercita su quel genere di proprietà la costituzione molecolare dei corpi, ed in particolare la cristallizzazione. Egli mostrò per esempio, che una lama cristallizzata di bismuto o d' antimonio può collocarsi, fra i poli d' un elettrocalamita assialmente come un corpo magnetico così facilmente, che in un piano equatoriale, e che quella delle due posizioni che prende, dipende dalla maniera in cui è sospesa, per rapporto al piano del suo clivaggio. Egli cercò di studiare la forza impiegata in quest' ordine di fatti, che egli chiama forza magnocristallina, mentrechè Plucker per conto suo, ne allargava il suo campo, colle sue belle e numerose ricerche sulla maniera, nella quale i cristalli si dirigono fra i poli d' un elettromagnete e che Tyndall, il degno successore di Faraday all' Istituto Reale analizzava colle sue ingegnose esperienze il fenomeno nella sua generalità e riesciva a congiungerlo in una maniera perfettamente soddisfacente alle leggi, che governano il magnetismo, e il diamagnetismo. Più tardi Tyndall, giunse ancora a dimostrare con una esperienza decisiva, che il diamagnetismo è dovuto come il magnetismo ad una polarità, che determina l' influenza della calamita nei corpi diamagnetici, con questa differenza soltanto, che invece di poli contrari, sono poli

omonimi che vengono sviluppati dai poli della calamita. Così cadevano tutte le altre spiegazioni più o meno arrischiate che si erano date al diamagnetismo.

Un altro punto, che merita di fissare l'attenzione, è lo studio, che fece ancora Faraday del magnetismo e del diamagnetismo dei gas. Egli arrivò a questo risulamento curioso, osservato pure nello stesso tempo da Edmondo Becquerel, che solo di tutti i gas l'ossigeno è magnetico, e che egli lo è ancora in una maniera pronunziatissima, mentrechè tutti gli altri gas, sono diamagnetici. Considerando il posto considerevole, che l'ossigeno occupa nella composizione della nostra atmosfera, si tentò di spiegare colle proprietà magnetiche di questo gas combinato colle variazioni di temperatura i fenomeni delle variazioni diurne dell'ago magnetizzato, seguendola su tutte le parti della superficie del globo. Ci è impossibile di non dolerci un poco del tempo considerevole che egli consacrò in quello studio, tanto più, che ci pare ben probabile, che non sia nell'azione dell'atmosfera, ma piuttosto in quella della terra stessa, e fors'anco in quella del sole, che bisogna cercare la causa di tutti i fenomeni, che presenta l'ago calamitato.

Infine un terzo punto che ci resta a illustrare, è tutto ciò, che concerne lo studio del campo magnetico, e di ciò, Faraday chiamò le linee di forza magnetica. Secondo lui, non esiste, come abbiamo avuto occasione di farlo osservare, azione a distanza; per conseguenza il campo magnetico, cioè l'intervallo compreso fra due poli magnetici ravvicinati, come quelli di un elettrocalamita a ferro di cavallo, è un mezzo donde emanano da ciascuno de' suoi punti delle forze, di cui la distribuzione e la direzione sono indicate dalla disposizione così regolare, che presenta la limatura di ferro collocata in quell'intervallo. Le linee, che egli chiama linee di forza magnetica divengono in qualche modo visibili ed anche tangibili. Esse esistono pure anche quando non si vedono, e sono gli spostamenti o le modificazioni che esse provano per la presenza d'un corpo ponderabile nel mezzo, nel quale esse si trovano, che producono tutti gli effetti così rimarchevoli, di cui il campo magnetico è il luogo. Tale è in brevi parole, l'opinione di Faraday, su quella quistione particolare

Noi passiamo sotto silenzio una moltitudine di dettagli interessanti tanto sulla polarità diamagnetica, quanto sulla distinzione da stabilire fra i corpi magnetici e i diamagnetici quanto sulla relazione passibile fra il peso e l'elettricità! Faraday nel 1850 ritornò ancora su questa quistione, che egli avea di già intrapresa precedentemente, ma senza successo, si vede che è a malincuore, che si sente obbligato di rinunciare a scuoprire questa relazione, che per due volte egli ha cercato; ma colla sua buona fede ordinaria, egli riconosce, che quantunque sia convinto, che essa esiste, non ha potuto trovare alcun fatto, che la stabilisca. Se l'esperienza che egli sa così bene consultare gli ha costantemente risposto negativamente, non dipenderebbe forse da che, il suo punto di vista fosse giusto, e il suo errore non verrebbe forse da ciò, che egli si faceva sulla trasformazione delle forze delle idee troppo vaghe, non tenendo conto abbastanza, che è il lavoro operato dalla forza e non la forza stessa che bisogna considerare in questo genere di quistioni?

V.

Noi abbiamo passato in rassegna i lavori principali di Faraday: ora non ci resta altro per completare questo cenno che di cercare di farci un'idea del carattere speciale di questi lavori e dell'influenza, che essi hanno esercitato sul progresso della scienza.

Il primo carattere che ci coglie è il loro numero. La quantità di memorie, che Faraday ha pubblicato dal 1820 al 1855 è incredibile. E che sarebbe questa, se di fianco alle esperienze molteplici, che egli ha fatto conoscere, si ponessero al confronto quelle, che egli non ha mai dato alla luce. Egli è vero, che se le ha lasciate sepolte nel suo diario fu perchè gli aveano dato risultamenti negativi; ma quante prove infruttuose, e falsi tentativi egli avrebbe risparmiato agli scienziati, se non fosse stato così discreto.

Un secondo carattere, è l'esattezza nei risultamenti ottenuti: io non credo che Faraday sia stato colto in errore una sola volta, tanto la sua maniera di sperimentare e d'osservare era esatta e coscienziosa. Bisogna dire che in lui la mano se-

condava meravigliosamente l'intelligenza; egli possedeva una destrezza singolare, ed avea un talento pratico raro e prezioso presso gli uomini di scienza per costruire e modificare al bisogno egli stesso i suoi apparecchi; allo scopo di raggiungere più sicuramente il risultamento cercato.

Un terzo carattere d'un ordine ben differente e d'un valore assai più grande, è l'originalità medesima dei lavori di Faraday. Discepolo del Davy, lasciando ovunque intravedere le tracce della scuola donde era uscito, soprattutto nella scelta dei soggetti, che egli tratta, egli non segue ciecamente, nè il metodo nè gli errori del maestro, e non tarda, uscendo dalle tracce seguite, a tracciarsi una via tutta propria. Mi si dimanderà forse, quale è questa via? Non è facile il dirlo, ma pure mi proverò.

La fisica sul principio di questo secolo, avea presa a cagione dei lavori importanti di cui essa era stata l'oggetto, un carattere di precisione e di nettezza, che sembrava farne quasi una scienza matematica. Il bel trattato di fisica sperimentale e matematica, in quattro volumi pubblicata da Biot nel 1816, dà l'idea la più esatta e la più completa del punto a cui era arrivata questa scienza. Alla confusione, che regnava ancora nel secolo decimottavo, fra le diverse parti della scienza, all'ignoranza, nella quale si era ancora immersi, in un gran numero di queste parti, succedeva un'analisi chiara sostanziale di tutti i fenomeni ricondotti a delle leggi semplici e rigorose. Il calore, la luce, l'elettricità, il magnetismo, vi erano considerati come tanti agenti distinti, aventi le loro proprietà speciali, soggetti alle loro proprie leggi. Il calcolo si prestava assai bene a questo genere di concetti chiari e precisi; così se ne faceva uso grandemente; testimonio il titolo stesso del trattato di Biot.

La grande scoperta di Oersted nel 1820 sui rapporti fra l'elettricità e il magnetismo, cominciò a diminuire la confidenza, che si avea in quel modo di considerare i fenomeni, confidenza già ben scossa dai lavori di Fresnel e di Arago sulla luce. Una volta aperta la breccia non si tardò ad entrare nella lizza, e fra gli assalitori i più intrepidi, Faraday si distingue in prima linea. Col suo lavoro sulla condensazione dei gas, mostra che non vi è nulla di assoluto nelle leggi di Mariotte e di Gay-Lussac, e nella distinzione

così generalmente ammessa fra i vapori ed i gas permanenti. Col-
le sue ricerche sull'elettricità voltaica, egli stabilisce fra l'affinità
chimica e la produzione dell'elettricità, una relazione tanto inti-
ma da parere, che l'una non sia che una forma dell'altra. Colla
sua scoperta dell'induzione egli fa entrare il movimento meccanico
come un elemento principale nella produzione dei fenomeni elet-
trici. Colla sua esperienza sulla influenza della calamita e dell'e-
lettricità sulla luce polarizzata, e con quelle, che ne sono state la
conseguenza, egli apre alla scienza una nuova via, che alcuno mai
avea sospettata. Egli giunge così a creare fra gli agenti della
natura che noi chiamiamo luce, calore, elettricità, magnetismo,
affinità chimica, attrazione molecolare, dei rapporti così intimi,
una connessione tale, che è impossibile di non credere che un
giorno si giungerà a dimostrare, che essi non sono, che le diffe-
renti forme di un agente unico. Senza dubbio non è stato il solo a
camminare in questa via. Molti altri hanno contribuito a quest'ope-
ra di demolizione e di ricostruzione; ma egli è stato uno dei pri-
mi, uno de' più attivi, uno dei più perseveranti. Per tal modo i
suoi lavori, io non ne dubito punto, saranno sempre considerati le
pietre angolari del nuovo edificio, che ora si tenta di costruire.

Io ho detto espressamente *che si cerca di costruire*, perchè
guardiamoci ben dal credere, che egli sia già costruito. Dopo le
belle scoperte dell'equivalente meccanico del calore, sembra, che
tutto sia detto, che tutto si spieghi facilmente per mezzo solamente
d'una materia ponderabile, d'un etere imponderabile, e d'un im-
pulso meccanico. I volgarizzatori della scienza più bramosi di fa-
re effetto, che di restare fedeli alla verità scientifica, proclamano
un sistema di mondo molecolare destinato a far simmetria alla
meccanica celeste di Laplace. Secondo loro, nulla vi è di più sem-
plice, nulla di più chiaro, l'attrazione stessa, che è stata l'ogget-
to dello studio di tante elevatissime menti, non sono che l'effetto
di un impulso facile a comprendersi. Pericolosa illusione, che se
giungesse a propagarsi, sarebbe tanto funesta ai veri progressi
della scienza, quanto contraria alla sua utile diffusione, imperoc-
chè è soprattutto a quelli, che s'attribuiscono il bel mandato di
volgarizzare la scienza, che incombe imperiosamente il dovere di
non seminare che idee giuste e fondate.

Non esageriamo adunque nulla, e non rifiutiamo alle idee

troppo assolute che noi abbiamo combattuto, quella parte di verità, che esse possono contenere. A questo scopo, proviamoci, terminando di stabilire in brevi termini, il punto in cui si trova secondo noi, nello stato attuale della scienza la quistione importante dell'unità delle forze.

Dopo di avere per lungo tempo arrestato i progressi della scienza con delle considerazioni astratte e generali sui fenomeni della natura, i filosofi avean finito per adottare con Galileo il metodo sperimentale, come il solo, che possa condurre alla scoperta della verità. Un'analisi saggia e rigorosa messa a disposizione di questo metodo avea dato dei risultamenti certi e fondamentali. Ritornando ad una fase di sintesi, molti ingegni robusti cercano ora di ricostruire per mezzo di quei materiali lungamente e penosamente ammonticchiati, l'edificio che in altri tempi si era tentato di elevare. Senza dubbio la scienza è entrata in tal modo in una via feconda, ma è alla condizione di camminarvi a passi sicuri, e per conseguenza a passi lenti. Si parla dell'unità delle forze; della trasformazione delle forze le une nelle altre; ma si sa ancor bene, che cosa siano le forze, conosce qualcuno la loro natura? Si sono constatate è vero delle trasformazioni di movimento, si è mostrato, che un lavoro si può cangiare in un altro, il movimento meccanico in calore, il calore in movimento meccanico; questi sono indubitatamente fatti interessantissimi regalati alla scienza, e che permettono d'intravedere l'esistenza d'una causa unica, che si manifesta sotto forme diverse. Ma siamo lungi ancora dalla scoperta di questa causa, di questa forza unica. Vi si arriverà forse un giorno, è possibile, è probabile; in questo caso allora, il nome e i lavori di Faraday resteranno sempre associati alla soluzione di uno dei più grandi problemi, che possa proporsi lo spirito umano.

Ginevra 15 Ottobre 1867.