

Conferenze tenutesi nell'Università di Palermo ad iniziativa della S. U. S. M.

Nel giro di poco più di due mesi la S. U. S. M. ha promosso un interessantissimo ciclo di conferenze, seguito attentamente da un pubblico non soltanto matematico, o studioso di cose scientifiche, ma da un uditorio variamente colto ed autorevole, che ha voluto dimostrare, volta per volta, tutta la sua simpatia all'Associazione, e che ha preso in attenta considerazione gli argomenti trattati dagli Oratori.

Il successo di questo primo ciclo ha perfettamente mostrato quanto sia utile e bello vivificare lo svolgersi un po' monotono dei corsi universitari con tali riunioni scientifiche.

Prendiamo occasione per esternare i sensi della nostra riconoscenza sentita ai Chiari Maestri, che, con nobile spirito, si sono cooperati allo svolgimento del nostro programma.

CONFERENZA INAUGURALE

Il 18 febbraio u. s., nell'Aula Magna dell'Università di Palermo, si svolse, in forma solenne, la Seduta Inaugurale della S. U. S. M. Fra i presenti, che gremivano l'Aula, quasi tutti i Professori dell'Università, le rappresentanze delle Autorità, un eletto stuolo di signore ecc. Dopo elevate parole di saluto e di augurio dette fra le più vive acclamazioni, dal Magnifico Rettore Prof. di Marzo, e dal Preside della Facoltà di Scienze, Prof. Giardina, il Prof. La Rosa tenne la magistrale conferenza su: « I presupposti fisici della relatività », qui riportata per esteso.

I presupposti fisici della " Relatività "

CONFERENZA PER L'INAUGURAZIONE DELLA S. U. S. M.

Fin dai primordi dello studio dei fenomeni luminosi, in contrapposto con la teoria del bombardamento sostenuta da Newton sorse un'altra teoria, la quale ammetteva che la luce consistesse in un fenomeno di perturbazione di un mezzo elastico, sottilissimo che dovrebbe invadere lo spazio, perturbazione che appena prodotta si spanderebbe dappertutto in modo analogo al propagarsi sulle acque di uno stagno dello scotimento cagionato dalla caduta di una pietra, o meglio al propagarsi nell'aria delle vibrazioni di un corpo sonoro.

A questo mezzo ipotetico, fu dato il nome di « etere cosmico » o semplicemente di « etere ».

Le numerose e veramente belle scoperte di Fresnel di Arago e di molti altri, fatte nel campo dei fenomeni di interferenza, assicurarono a questo ente ipotetico un credito talmente grande che una mente sovrana quale fu quella di Kelvin, in tempi recenti, credette di potere affermare che l'etere luminifero fosse il corpo naturale meglio conosciuto.

Più tardi in seguito alle scoperte di Maxwell e di Hertz la teoria ondulatoria della luce subì delle profonde modificazioni ma l'ipotesi centrale dell'esistenza di un mezzo sottilissimo, che facesse da veicolo alle particolari modificazioni elettromagnetiche, alle quali fu ricondotta la luce, rimase nella Scienza.

Essa si è ancora conservata nella forma più moderna della teoria elettromagnetica, in quella di Lorentz, fondata, come si sa dopo la scoperta degli elettroni, e sulla base della loro esistenza.

Per più di due secoli, dunque, l'ipotesi dell'etere attraverso i necessari adattamenti imposti dalla messe veramente poderosa di fatti nuovi, che è venuta ad arricchire e ad allargare di tanto il campo della scienza, ha mantenuto un dominio incontrastato nel pensiero fisico.

Fermiamoci un momento su questa concezione.

Lo spazio fisico sarebbe un oceano immenso, costituito di questo fluido sottilissimo, l'etere, nel quale sono immersi, e corrono i corpi materiali.

Anzi questo fluido compenetra l'intera tessitura dei corpi; e ciascuno risulterebbe di una miriade di particelle estremamente piccole, distanti fra loro ed annegate nell'etere.

Questa concezione ci pone subito davanti agli occhi una questione di grande rilievo, quella dei rapporti meccanici fra materia ed etere: questione vecchia, che è stata uno scoglio dei più aspri per le varie teorie dei fenomeni ottici ed elettrici, fin'oggi elaborate.

Il punto essenziale di tale questione è il seguente:

Allorchè un corpo materiale si muove, trascina con sè, o no l'etere che esso contiene? Questo movimento dell'etere, se esiste, si limita solo alla porzione racchiusa dentro la superficie terminale del corpo, ovvero si propaga e si diffonde alle porzioni circostanti, in modo che insieme col corpo si muova tutta un'atmosfera di etere che lo avvolge?

Un fenomeno interessante, quello dell'aberrazione stellare, fece ritenere dapprima che l'etere non fosse trascinato dalla materia in moto. Ecco di che si tratta. Osservando una stella, p. es. la Polare nelle diverse epoche dell'anno si trova che non conserva

esattamente la stessa posizione, ma si muove descrivendo un piccolissimo cerchio nella durata di un anno.

L'interpretazione del fenomeno data da Bradley è la seguente: Mentre i raggi luminosi attraversano il cannocchiale puntato sulla stella esso viene trascinato dal moto terrestre; i raggi però seguono la loro via indisturbati e perciò affinché il raggio di luce che è passato per il centro della lente obbiettiva, possa andare a passare per il centro di quella oculare, occorre che questa sia tirata indietro rispetto al moto di traslazione terrestre di una lunghezza eguale allo spazio che percorre la Terra, per il suo moto traslatorio, nel tempo che la luce impiega a percorrere la distanza tra l'obbiettivo e l'oculare.

In altre parole, a cagione del moto terrestre il cannocchiale deve essere inclinato rispetto alla direzione effettiva che seguono i raggi, di un angolo che si chiama « angolo di aberrazione ».

Il cannocchiale con le sue lenti, si comporterebbe dunque rispetto all'etere, veicolo dei raggi, come una gabbia in moto attraverso l'aria, cioè il cannocchiale in moto sarebbe attraversato continuamente da una corrente di etere, in direzione opposta al moto terrestre, esattamente come una gabbia, che noi facciamo muovere in seno all'aria, è attraversata da una corrente di aria, cioè da un vento. Perciò si parlò fin d'allora del vento di etere « attraverso i corpi in moto ».

Più tardi un astronomo inglese, Airy, fece una serie di osservazioni sull'aberrazione stellare dopo di avere riempito il cannocchiale di acqua, col fine di controllare l'esattezza della spiegazione data da Bradley al fenomeno dell'aberrazione.

Per capire il valore di questa prova bisogna ricordare che in ogni corpo materiale più rinfrangente dell'aria, la luce si propaga con velocità più piccola che nell'aria e nel vuoto; precisamente con una velocità data dal quoziente $\frac{c}{n}$ essendo c la velocità della luce nel vuoto, n l'indice di rifrazione del corpo. Nelle nuove condizioni, dunque, il tempo occorrente al raggio di luce per passare dal centro dell'obbiettivo a quello dell'oculare diventava più grande, in conseguenza più grande avrebbe dovuto risultare lo spo-

stamento del centro dell'oculare, ossia l'angolo dell'aberrazione.

Le misure di Airy, mostrarono invece che questo angolo rimaneva immutato.

L'inatteso risultato si può in doppio modo spiegare. Per comprendere il primo, proposto da Fresnel, occorre ricordare un punto speciale della teoria dell'etere elastico cioè: la spiegazione della differente velocità di propagazione della luce nei corpi materiali.

Secondo Fresnel, la velocità minore con cui la luce viaggia in questi corpi, dipenderebbe dal fatto che l'etere da essi contenuto (il veicolo effettivo della luce in ogni corpo sarebbe sempre l'etere) è più denso di quello esistente nello spazio libero. Ossia che nell'interno dei corpi materiali ogni cm^3 di spazio dovrebbe contenere una maggiore quantità di etere, rispetto all'egual volume preso nello spazio libero. Precisamente la quantità di etere contenuta in un cm^3 di un corpo materiale, secondo la teoria, sarebbe misurata dal quadrato dell'indice di rifrazione (n^2) del corpo, supposto di prendere uguale a uno quella contenuta in un cm^3 dello spazio vuoto.

L'eccesso di etere contenuto da un cm^3 del corpo sarebbe perciò dato da ($n^2 - 1$).

Ora questa quantità di etere in eccesso contenuta nel corpo secondo Fresnel sarebbe legata, vincolata strettamente alle particelle di materia: e sarebbe perciò interamente trascinata nel loro movimento.

In conseguenza, i raggi che si propagano dentro l'acqua del cannocchiale verrebbero parzialmente trascinati dal moto di traslazione terrestre, cioè verrebbero trascinati non con la velocità v di questo moto, ma con una più piccola; precisamente con una velocità uguale a $\frac{n^2 - 1}{n^2} V$

Stokes riuscì a dare un'interpretazione del fenomeno dell'aberrazione fondata sull'ipotesi diametralmente opposta, cioè sulla ipotesi del trascinamento totale dell'etere contenuto dentro i corpi materiali e della diffusione di questo moto agli strati circostanti. Egli ammise perciò che la Terra nel suo moto di traslazione

stamento del centro dell'oculare, ossia l'angolo dell'aberrazione.

Le misure di Airy, mostrarono invece che questo angolo rimaneva immutato.

L'inatteso risultato si può in doppio modo spiegare. Per comprendere il primo, proposto da Fresnel, occorre ricordare un punto speciale della teoria dell'etere elastico cioè: la spiegazione della differente velocità di propagazione della luce nei corpi materiali.

Secondo Fresnel, la velocità minore con cui la luce viaggia in questi corpi, dipenderebbe dal fatto che l'etere da essi contenuto (il veicolo effettivo della luce in ogni corpo sarebbe sempre l'etere) è più denso di quello esistente nello spazio libero. Ossia che nell'interno dei corpi materiali ogni cm^3 di spazio dovrebbe contenere una maggiore quantità di etere, rispetto all'egual volume preso nello spazio libero. Precisamente la quantità di etere contenuta in un cm^3 di un corpo materiale, secondo la teoria, sarebbe misurata dal quadrato dell'indice di rifrazione (n^2) del corpo, supposto di prendere uguale a uno quella contenuta in un cm^3 dello spazio vuoto.

L'eccesso di etere contenuto da un cm^3 del corpo sarebbe perciò dato da $(n^2 - 1)$.

Ora questa quantità di etere in eccesso contenuta nel corpo secondo Fresnel sarebbe legata, vincolata strettamente alle particelle di materia: e sarebbe perciò interamente trascinata nel loro movimento.

In conseguenza, i raggi che si propagano dentro l'acqua del cannocchiale verrebbero parzialmente trascinati dal moto di traslazione terrestre, cioè verrebbero trascinati non con la velocità v di questo moto, ma con una più piccola; precisamente con una

velocità uguale a $\frac{n^2 - 1}{n^2} V$

Stokes riuscì a dare un'interpretazione del fenomeno dell'aberrazione fondata sull'ipotesi diametralmente opposta, cioè sulla ipotesi del trascinamento totale dell'etere contenuto dentro i corpi materiali e della diffusione di questo moto agli strati circostanti. Egli ammise perciò che la Terra nel suo moto di traslazione

trascini con sè l'etere, con essa in contatto, e che per effetto di questo moto, gli strati via via più lontani vengano messi pure in movimento, ma con velocità via via minori. Per tale motivo il raggio proveniente da una stella arriverebbe all'obiettivo del cannocchiale non nella direzione che corrisponde al cannocchiale fermo, ma in una direzione ($O' O_1$) inclinata rispetto a questo di un angolo che a conto fatto risulta del solito valore. Ma siccome in quest'ipotesi il fenomeno ha origine dallo scorrimento degli strati di etere lontani dalla superficie terrestre, ne resta in modo evidente chiarita la indipendenza dalla natura del mezzo introdotto nel cannocchiale.

Lo studio del fenomeno dell'aberrazione ci avrebbe dunque dato una indicazione in favore del trascinamento dell'etere, senza dirci per altro se esso sia parziale o totale.

Un'esperienza che parve decisiva su questo punto era stata già realizzata, da Fizeau. Egli faceva passare due fasci di luce all'interno di due tubi di egual lunghezza pieni d'acqua, e misurava i tempi impiegati dai due fasci a percorrerli (mediante osservazione di frangie di interferenza).

Finchè l'acqua nei tubi era in quiete, questi tempi risultavano uguali, mentre mettendola in movimento in direzione contraria nei due tubi, i tempi di propagazione risultavano diversi.

La luce si propagava dunque con velocità differente lungo le due correnti d'acqua; precisamente, secondo le misure di Fizeau, queste velocità erano:

$$C_1 + \frac{n^2 - 1}{n^2} V; \quad C_1 - \frac{n^2 - 1}{n^2} V,$$

dove C_1 è la velocità della luce nell'acqua in riposo, V la velocità della corrente, ed n l'indice di rifrazione dell'acqua.

Il risultato apparve, dunque, conforme all'ipotesi del trascinamento parziale dell'etere; in quanto che la velocità dell'acqua si sovrapponeva in parte con quella di propagazione della luce precisamente secondo quel coefficiente $\frac{n^2 - 1}{n^2}$ avanti indicato.

Questa ipotesi del trascinamento parziale, ebbe però poca fortuna,

e ciò per semplici motivi di opportunità.

Quando, dietro le scoperte di Maxwell e di Hertz, la teoria della luce dovette essere rifatta sulla base dei fenomeni elettromagnetici, questa ipotesi si manifestò quasi ribelle al calcolo, perchè le formole fondamentali della teoria divenivano estremamente complicate, ed il loro trattamento conduceva a difficoltà inestricabili.

Per questa semplice ragione Hertz, preferì di mettersi dal punto di vista di Stokes, cioè di partire dalla ipotesi del trascinamento totale.

Il quadro teorico di Maxwell - Hertz non conteneva dunque il fenomeno osservato da Fizeau, anzi lo smentiva, perchè nell'ipotesi del trascinamento totale la differenza dei tempi di propagazione dei due raggi avrebbe dovuto risultare tre volte maggiore.

Per questo motivo Lorentz, allorchè si accinse a rielaborare e generalizzare la teoria elettromagnetica, come spiegazione universale dei fenomeni fisici, preferì partire dall'ultima delle ipotesi possibili riguardanti la mobilità dell'etere, quella dell'etere immobile; e riuscì a collocare nel suo quadro teorico l'esperienza di Fizeau, la quale come ho detto conduceva direttamente al trascinamento parziale, ma a prezzo di un artificio; l'introduzione di una nuova nozione di tempo; la nozione *del tempo locale*.

Secondo Lorentz, in un sistema in moto (nel caso nostro l'acqua) domina in ogni punto un tempo proprio che non coincide con quello apprezzato da un osservatore immobile; non solo, ma non coincide con nessuno di quelli degli altri punti dello stesso sistema mobile. Per questo motivo i due raggi che si propagano lungo i due tubi, o meglio lungo le due correnti di acqua, impiegano tempi differenti da quelli che ci saremmo dovuti aspettare.

Si presenta qui per la prima volta nella scienza una concezione nuova ed estremamente interessante del tempo; che modifica profondamente la classica, che c'era apparsa fin qui tanto salda e così spontanea.

Sopra un corpo in moto la nozione del tempo sarebbe intimamente legata alla velocità del moto, e al particolare punto del corpo. In conseguenza il tempo, che noi misuriamo, non può avere

carattere e valore di assoluto, poichè noi, vivendo sulla Terra, sperimentiamo sempre sopra un corpo in moto.

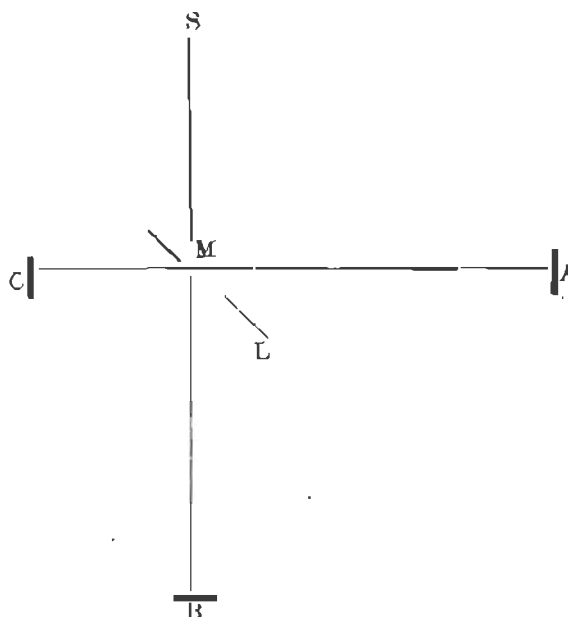
Secondo questa concezione di Lorentz, sarebbe lecito concepire un tempo assoluto, quello determinabile da un osservatore in riposo rispetto all'etere, il solo corpo che avrebbe il privilegio di rimanere estraneo ai moti che agitano tutta la materia. Anzi sarebbe possibile agli osservatori in moto (quali anche noi siamo) assurgere dalle loro misure di tempo alla cognizione del tempo assoluto, attraverso la conoscenza del moto loro rispetto all'etere; moto che avrebbe evidentemente valore di moto assoluto.

E la concezione teorica di Lorentz prevede l'esistenza di fatti e di metodi capaci di condurci alla conoscenza del nostro moto rispetto all'etere, cioè alla misura della corrente di etere, del vento di etere, che attraversa tutti i corpi terrestri.

Tentativi sperimentali di questo genere furono intrapresi in varie direzioni: il più fortunato, per l'alto grado di approssimazione che le misure fatte comportano, fu quello ideato da Michelson e realizzato da lui e da Morley.

Schizziamolo brevemente:
Un fascio di raggi paralleli provenienti da una sorgente S, incontra una lamina di vetro trasparente L, e però si divide in due parti: una inviata dopo riflessione verso A; l'altra dopo rifrazione verso B.

In A e B, a distanze uguali da L, sono posti due specchi normali ai raggi che riflettono lungo gli stessi cammini AM, BM.



Tornati in M, questi raggi rispettivamente dopo una rifrazione e una riflessione su L si fondono e si propagano insieme lungo MO, per giungere in O all'occhio dell'osservatore.

Siccome le distanze MA e MB sono uguali, i tempi che im-

piegherebbero i raggi a percorrere i cammini MAM, MBM, - se tutto fosse fermo - sarebbero uguali.

Facendo invece l'esperienza sulla superficie della Terra, e supponendo p. es. che il braccio M A dell'apparato sia orientato nel senso della traslazione terrestre, si trova, con facili considerazioni, che questi tempi non possono più risultare eguali, nell'ipotesi di Lorentz.

Perchè, mentre le onde luminose partite da M viaggiano verso A, attraverso l'etere che non partecipa al moto terrestre, lo specchio A fugge davanti di esse, sicchè il cammino che in realtà esse sono costrette a percorrere non è MA, ma un cammino più lungo MA'; dove AA' è lo spazio percorso da A nel tempo che impiegano le onde, partenti da L, a raggiungere lo specchio.

Analogamente le onde che tornano non percorrono il cammino A' M', ma uno più corto, perchè mentre esse viaggiano nell'etere immobile, la lamina L corre loro incontro e però il contatto avverrà nella posizione M'' della lamina.

È facile vedere che quest'ò minor tempo impiegato nel ritorno, non vale a compensare il maggiore impiegato nell'andata, perchè nel primo caso la luce deve percorrere in più il tratto AA' di cui si sposta lo specchio, nel tempo più lungo che le onde impiegano per andare dalla lamina allo specchio: mentre nel secondo caso percorre in meno il tratto LL' di cui si sposta la lamina, nel tempo più breve che impiegano le onde a tornare dallo specchio alla lamina,

In totale, il tempo impiegato dai raggi per l'andata e il ritorno lungo MA deve risultare più grande che nel riposo.

Anche il tempo occorrente per il viaggio lungo MBM, come si può mostrare con un facile calcolo - risulta accresciuto; ma di una quantità minore (all'incirca la metà dell'altro).

Dunque per il fatto del moto traslatorio i raggi che viaggiano secondo MA debbono arrivare sulla lamina con un certo ritardo rispetto a quelli che viaggiano secondo MB.

L'esperienza fatta con le migliori cure diede - come si sa - esito negativo: dimostrò cioè, che non vi è ritardo alcuno fra i

raggi luminosi che si propagano lungo i due bracci.

Questo risultato veniva a mettere - come è naturale - in serio imbarazzo tutta la teoria di Lorentz, perchè nettamente contraddittorio con l'ipotesi dell'etere immobile posta a base dell'edificio teorico.

Ma piuttosto che rinunciare a questo edificio, faticosamente per quanto brillantemente costruito, Lorentz preferì ricorrere ad un'altra ipotesi arditissima; quella famosa della *contrazione dei corpi nella direzione del moto*. La stessa ipotesi fu messa avanti anche da Fitz-Gerald e fu accettata da quasi tutti i teorici della Fisica.

Secondo questa nuova e speciosa concezione, anche le dimensioni di un corpo perderebbero quel carattere di perfetta indipendenza dalle condizioni cinematiche del corpo, che era stato fin qui canone indiscusso di tutte le nostre speculazioni. Una sbarra, messa in moto, secondo la sua lunghezza, si accorcerebbe di un tanto dipendente dalla velocità del moto; riprenderebbe la sua vera lunghezza (quella che avrebbe in quiete) se girata di un angolo retto, cioè se disposta perpendicolarmente al moto.

In conseguenza di questa contrazione una figura geometrica, p. es. un quadrato, messo in moto in direzione di una coppia di lati, si trasformerebbe in un rettangolo, un circolo in un'ellissi, una sfera in un ellissoide ecc.

Il conflitto che qui ci si rivela fra l'esperienza di M. e M. e la teoria di L. non è che un segno del conflitto assai più vasto e profondo fra questa teoria e la Meccanica classica,

Questo vide assai nettamente Einstein, il quale ebbe il merito di comprendere che per tagliar corto, e condannare a priori tutti i tentativi sperimentali che da più parti venivano suggeriti, (o intrapresi), diretti a cercare un effetto capace di rivelare il moto di un corpo rispetto all'etere, e nel quale il miracoloso compenso della contrazione non potesse aver giuoco, bisognava penetrare nel fondo stesso del dissidio per rimuoverlo a qualunque costo e per sempre.

Egli vide bene che questo conflitto dipendeva in ultima ana

lisi dal seguente fatto capitale che la prima non ammetteva quel principio di relatività che è legge essenziale della seconda,

Spieghiamo brevemente questo principio.

La Meccanica classica non conosce un « corpo in quiete assoluta ». I moti che essa studia sono solamente relativi. In conseguenza essa non conosce, nè può ammettere l'esistenza di un fenomeno capace di farci scoprire il movimento di un corpo rispetto allo « spazio ». In altre parole tutti i fenomeni descritti dalla Meccanica, per loro natura restano identici a loro stessi, tanto supponendo che essi avvengano in un mondo in quiete, quanto che avvengano in uno in movimento, qualunque sia la velocità di questo purchè costante.

Sogliamo esprimere questa proprietà dicendo che i fenomeni meccanici sono indipendenti da un moto di traslazione uniforme, comune a tutte le parti del sistema.

Nel linguaggio matematico questa proprietà del mondo meccanico si traduce nel fatto che le equazioni generali dei fenomeni meccanici, non vengono alterate quando siano trasformate con quelle particolari equazioni che esprimono una traslazione uniforme.

Ora il mondo di Lorentz, appunto perchè fondato sull'ipotesi dell'esistenza di un etere immobile, ammette implicitamente la possibilità della conoscenza del movimento di un corpo rispetto all'etere, cioè prevede dei fenomeni e dei cambiamenti dipendenti da questo movimento, che nel campo della concretezza fisica ha valore di movimento assoluto.

Ciò che occorre di fare era dunque questo: conciliare la teoria col principio di relatività.

Questo fine si poteva raggiungere per doppia via: o modificando la compagine della teoria togliendovi la nozione dell'etere immobile e ritoccando le sue equazioni fondamentali in modo che esse potessero senza inconvenienti coesistere con quella della traslazione; ovvero modificando le basi stesse della Meccanica, precisamente in maniera che il moto di traslazione, definito in modo interamente nuovo, non alterasse le equazioni della teoria.

Non credo di espormi a fondate censure se mi arrischio di

pensare che la via più naturale sarebbe stata la prima; appunto perchè doveva apparire a priori come più probabile che la teoria degli elettroni e per la sua giovinezza e per la sua vastità, potesse più facilmente nascondere imperfezioni e lacune.

Einstein, invece, preferì di mettersi interamente sulla rotta già tracciata da Lorentz, e conservando intatto l'edificio teorico, recente, sacrificò la vecchia e gloriosa Meccanica.

Non è facile cosa afferrare e seguire il filo conduttore che guidò l'audace Riformatore nel suo aspro cammino, se pure un tale filo, solidamente appoggiato sul fermo terreno della « realtà fisica », egli ebbe sempre a guida.

L'indirizzo inizialmente preso e costantemente battuto nello sviluppo di tutta la teoria, è di carattere strettamente analitico; sono formole agilmente ed abilmente maneggiate, che partoriscono nuove ed eleganti formole. Il pensiero concreto ci si presenta come una sovrastruttura adattata allo schema formale; sicchè il quadro sintetico che egli ci disegna è certamente molto più ricco di ombre che di luci.

Malgrado le difficoltà, mi ingegnerò di schizzare alla meno peggio il pensiero che si può trarre da questo disegno, avvalendomi principalmente dell'opuscolo di volgarizzazione scritto dallo stesso Einstein, sei anni or sono, e tante volte ristampato fino a oggi.

Il principio di relatività della Meccanica dev'essere riguardato — egli dice — come l'affermazione, in un campo particolare di fatti, di una legge universale, la quale interdice la possibilità di svelare il moto assoluto per mezzo di qualunque fatto fisico.

Indipendentemente dalle difficoltà concettuali che rendono troppo aspra e oscura la nozione di moto assoluto, possiamo, sul terreno dei fatti concreti, accettare senz'altro questa proposizione di Einstein; poichè, con quel grado di certezza che la scienza comporta, si può affermare che l'esperienza in molte guise interrogata, ha risposto sempre in modo chiaro in favore del principio di relatività *generalizzato*. Dubbi e divergenze possono sorgere — e secondo me sorgono necessariamente — quando consideriamo la portata che Einstein ha dato al principio, e l'uso che ne ha fatto.

Per persuadersene è bene riportare quasi testualmente qualche pagina dell'opuscolo citato.

« Un lungo treno corra sopra un binario rettilineo, con la « velocità costante V . Dentro di esso un viaggiatore cammini nella « stessa direzione del treno con la velocità W . Un osservatore O « che stia sulla strada ferrata, vedrà muovere il viaggiatore con la « velocità $V - W$, perchè mentre la vettura si è avanzata del tratto « V , egli si è spostato in avanti del tratto W e quindi percorre il « tratto $V - W$ rispetto alla strada. » Questo è, in fondo, il noto teo-
rema della composizione delle velocità della Meccanica classica, che scaturisce dal principio di Galileo.

Premesso questo richiamo, Einstein suppone che lungo il treno viaggi invece un raggio di luce, la cui estremità avanzi con la velocità C rispetto al binario e si domanda quale velocità esso debba avere rispetto ad un osservatore O' , trascinato dal treno.

« E' chiaro -- scrive testualmente Einstein -- che qui trova ap-
« plicazione la considerazione precedente, nella quale il viaggiatore
« mobile rispetto alla vettura tiene luogo del raggio di luce. Siccome
« invece della velocità W rispetto al treno figura qui, la velocità
« C della luce rispetto alla strada, quella della luce rispetto alla
« vettura sarà :

$$W = C - V$$

« dunque la velocità di propagazione della luce rispetto alla vettura
« risulta minore di C .

« Ma questo risultato contraddice al principio di relatività. La
« legge di propagazione della luce nel vuoto, secondo questo prin-
« cipio, dovrebbe, come ogni altra legge generale della natura, avere
« la stessa espressione tanto se riferita alla vettura, quanto se
« riferita al binario ».

Qui, evidentemente, siamo di fronte ad un'affermazione di contenuto assai più vasto di quello che si può accordare al principio di relatività generalizzato.

Questo non richiede affatto che la velocità di propagazione della luce abbia lo stesso valore per i due osservatori O (della strada) e O' (del treno), ma esige soltanto che un osservatore in

quiete rispetto alla sorgente trovi sempre il medesimo valore C per la velocità di propagazione. Richiede cioè che l'Osservatore O della strada che sperimenti sulla luce proveniente da una sorgente ferma rispetto alla strada, e l'osservatore O' del treno che sperimenti sulla luce proveniente da una sorgente *in quiete rispetto al treno* (e perciò in moto con la velocità V di tutto il treno, rispetto alla strada) debbono trovare lo stesso valore, ma non che ciascun osservatore trovi lo stesso numero misurando la velocità della luce sia della sorgente in riposo, sia della sorgente in moto. Questo punto è estremamente importante ed occorre che sia ben inteso da tutti quelli che desiderano penetrare nello spirito della nuova teoria.

Ed è così vero che *questa nuova affermazione* di Einstein *oltrepassa e di molto gli stretti confini* del principio di relatività (dettato dalla esperienza) che la scienza è già da un pezzo in possesso di fatti che permettono all'osservatore del treno di conoscere la velocità con cui egli si muove rispetto alla sorgente in quiete sul binario, e viceversa. Basta ricordare quel fenomeno di spostamento delle righe spettrali, conosciuto col nome di effetto Döppler, che come si sa, ci ha permesso di determinare la velocità con cui molte stelle ci corrono incontro o ci fuggono innanzi nella direzione della visuale.



La costanza della velocità di propagazione della luce rispetto a qualsiasi osservatore mobile, ammessa qui da Einstein, è dunque una nuova affermazione, *indipendente* dalla estensione del principio di relatività al campo dei fenomeni fisici.

È un nuovo postulato che potrebbe anche venire accettato, ma non senza un rigoroso ed approfondito esame. Tanto più che proprio da esso, e da esso soltanto, è scaturita quella profonda rivoluzione concettuale, che ha distrutto il nostro patrimonio di idee, per darci dei nebulosi schemi formali, incapaci di concretarsi nel campo delle concezioni fisiche.

Non voglio qui analizzare se e fino a qual punto Einstein, e

molti dei suoi seguaci, abbiano in buona fede ritenuto che il principio della « costanza della velocità di propagazione della luce » fosse una conseguenza necessaria del principio di relatività generalizzato, e perciò stesso un'esigenza sperimentale.

Vale meglio insistere ancora una volta sul passo arbitrario iniziale da cui ineluttabilmente doveva scaturire la necessità di questo secondo postulato e delle sue straordinarie conseguenze.

Riconosciuta la validità del principio di relatività nel campo di tutti i fatti fisici, compito giudizioso sarebbe stato quello di adattare la teoria di Lorentz (schema ipotetico della realtà) a *tutti i fatti fisici accertati* (principio di relatività compreso), *non quello di piegare e deformare questo principio per adattarlo a quella teoria.*

Da questo procedimento, certamente forzato, (poichè la teoria escludeva a priori la possibilità di adattamento al principio di relatività per l'ipotesi dell'etere fisso su cui riposava) sorse la necessità del postulato sulla costanza della velocità della luce, il quale deformando profondamente i concetti di tempo, di spazio e i principi basilari della Meccanica, riuscì ad adattare alla teoria l'informe schema a cui il principio di relatività si trovò ridotto dopo il duro passaggio attraverso i congegni della nuova Meccanica.

Ma come mai il nuovo postulato poté giungere ad attaccare quei concetti di tempo e di spazio, che sembravano così lontani dalla contesa? Ecco come:

L'ipotesi dell'etere fisso, ammessa da Lorentz, portava necessariamente a concludere, che l'osservatore trascinato dal treno in moto deve vedere propagare la luce (di una sorgente esterna) con velocità diversa nelle differenti direzioni, ossia che per un tale osservatore lo spazio circostante deve comportarsi come un corpo *anisotropo* rispetto alla propagazione della luce (ed a tutti i fenomeni che avrebbero sede nell'etere), anisotropia che rivelerebbe il suo moto rispetto all'etere, in contraddizione col principio di relatività.

Per togliere l'imbarazzo della contraddizione Einstein ricorre ad un ripiego che può sembrare assai ingenuo: nascondere questa anisotropia nella propagazione della luce, con l'espedito più semplice, prestando, cioè, all'osservatore del treno convenienti unità di misura

di lunghezza e di tempo, diverse per le differenti direzioni del suo mondo in moto, e scelte in modo che esso (osservatore) debba trovare sempre il medesimo numero allorchè misuri la velocità della luce in qualunque direzione.

Guardato da questa nostra posizione un tale procedimento appare certamente artificioso, ma dobbiamo francamente riconoscere che il contenuto filosofico—scientifico di questi nuovi concetti di tempo e di spazio del teorico tedesco è di tale mole da imporci insieme rispetto e prudenza, e la forma in cui egli li presenta è così abilmente elaborata da meritare il più attento sforzo della nostra critica.

Fermiamoci su quello di tempo, base di tutta la teoria.

Riconosciuto che tutti i giudizi temporali - segnatamente se riguardati come dati fisici concreti - sono basati sopra quel concetto primitivo di « contemporaneità » o meno, di due avvenimenti, che ha le sue profonde radici in psicologia, il nostro A. muove direttamente all'attacco di questo concetto, per potere dopo liberamente scegliere i criteri occorrenti a una nuova definizione del tempo.

Il fulmine — egli dice — abbia colpito due punti A e B della solita strada ferrata, e si voglia sapere se i due avvenimenti siano o no accaduti *contemporaneamente*. Rispondere a questa modestissima domanda non è cosa così semplice, come a prima giunta si può credere.

« Per il Fisico scrive testualmente - un concetto ha valore soltanto quando è possibile discernere se esso convenga o no al caso concreto. Una definizione della « contemporaneità » può essere accettata, quando fornisca un metodo per riconoscere mediante esperimenti se i due colpi di folgore sono stati contemporanei o no. Se questa condizione non è soddisfatta, io come fisico (e anche come non fisico) mi affido ad un'illusione annettendo un senso alla espressione di « contemporaneità ».

La vecchia, intuitiva e quasi spontanea nozione di « contemporaneità » fin qui tacitamente accettata, non ha perciò senso. Per costruire la nuova egli suggerisce :

« Si misuri lungo il binario il tratto A B e nel punto medio

« M si collochi un osservatore provvisto di un apparecchio che gli
 « permette di fissare *insieme* con lo sguardo i luoghi A e B, p.
 « es. due specchi inclinati a 45° rispetto al binario. Se questo os-
 « servatore percepisce *nello stesso atto* i due colpi di folgore, questi
 « sono *contempo'anei* ».

« Questa definizione sarebbe giusta — obietta egli stesso — se
 « io già sapessi che la luce, la quale fornisce all'osservatore in M
 « la percezione dei colpi di folgore, si propaga con la stessa velocità
 « tanto sul tratto A » M, quanto sul tratto B » M. Ed una prova di
 « questa supposizione sarebbe possibile soltanto quando si avesse già
 « a disposizione un mezzo per la misura del tempo.

« Sembra perciò, che qui ci si aggiri in un circolo vizioso ».

Ma subito dopo egli crede di potere rompere il circolo così
 argomentando: « Mantengo ferma la mia definizione perchè in ve-
 « rità nulla presuppone circa la luce. Nel definire la *contemporaneità*
 « si deve badare ad una sola condizione, cioè *che, in ogni caso reale*
 « *si sia in grado di discernere se il concetto da definirsi sia o no*
 « *accettabile.*

« Ora è fuori discussione che la mia definizione soddisfi a ciò.
 « Che la luce impieghi lo stesso tempo a percorrere il tragitto AM
 « come quello B-M non è una supposizione o ipotesi circa la natura
 « fisica della luce, bensì un *dato fisso*, che io posso *a mio talento*
 « *porre*, per arrivare ad una definizione della *contemporaneità.* »

Qui, non so astenermi dal chiedere al nostro Riformatore che
 cosa si debba pensare della parola « insieme » che egli fa seguire
 al verbo *fissare*, quando ci parla dell'apparecchio che ci deve per-
 mettere di dirigere lo sguardo su A e su B.

Questo « insieme » che non voglia per caso significare « *con-
 temporaneamente* » ?

Preveggo subito un richiamo, riconoscendo che questo « in-
 sieme » mira piú ad affermare una relazione di contenuto spaziale,
 anzicchè una di contenuto temporale.

Guardando, però, bene in fondo alle cose non mi sembra facile
 separare nettamente l'un contenuto dall'altro. Se cerchiamo di scen-
 dere nel concreto — come è necessario per essere certi del buon uso

che « in concreto » faremo del nostro concetto — è giocoforza convenire che se vogliamo assicurarci della esatta realizzazione della coesistenza spaziale delle immagini speculari dei punti A e B, dobbiamo essere certi di abbracciarle *con lo stesso sguardo*, cioè di vederle *contemporaneamente*. Ossia la coesistenza spaziale viene da noi appresa soltanto attraverso a un giudizio implicito di coesistenza temporale.

Ma la mia perplessità diventa più imbarazzante nel rileggere la definizione data, quando trovo le parole: « se questo osservatore percepisce *nello stesso atto* i due colpi ». Che significato debbo dare a queste parole « *nello stesso atto* »? Contengono esse, o no, quella stessa idea che soglio esprimere con l'avverbio « contemporaneamente »?

Con queste parole il nostro Riformatore ci prescrive, o no, di assicurarci che le due impressioni luminose siano per noi inscindibili, inseparabili non successive, che siano insomma fuse e confuse in ciò che noi chiamiamo *istante*?

La definizione di « contemporaneità » foggiataci da Einstein si appoggia dunque, o no, su quel vecchio, spontaneo, intuitivo concetto di *contemporaneità* che si vorrebbe rigettato?

Ma tiriamo innanzi. L'obiezione che egli stesso pone, riguardo alla necessaria conoscenza della velocità della luce è veramente così inconsistente come ci assicura?

« Che la luce impieghi *lo stesso tempo* a percorrere il tragitto A » M come quello B » M — egli scrive — non è *una supposizione* circa la natura della luce, ma un dato fisso che io posso a *mio talento* porre per giungere alla definizione di « contemporaneità » !

E come avviene — domando — che questo libero talento trovi il suo libero sfogo quando si scelga come punto di osservazione esattamente il punto M, che dista ugualmente da A e da B piuttosto che un altro punto qualunque? Forse perchè riesce naturale o più comodo credere che la luce impieghi *lo stesso tempo* a percorrere i due tragitti eguali? Ma che senso si deve dare alle parole « lo stesso tempo » quando non possediamo ancora la nozione di contemporaneità indispensabile alla misura del tempo? E come

accade poi che in questa scelta necessaria di M come punto di osservazione non sia implicita la conoscenza della *uguale velocità* di propagazione della luce nelle opposte direzioni? E che senso si deve dare alla parola « velocità » quando non abbiamo ancora la nozione di « tempo »?

E' una folla di domande che ci preme da ogni parte e ci rispinge verso la rinnegata nozione psicologica.

A esser giusti, mi si può osservare che il concetto di Einstein tende in un certo senso ad estendere il classico concetto intuitivo e quindi a superarlo. In questo infatti è implicitamente nascosta una condizione: che i due avvenimenti confrontati accadano entrambi sotto l'occhio dell'osservatore, o più esattamente, nello stesso luogo; una grande limitazione dunque, che la proposta di Einstein ha il merito di eliminare.

Ma questo sforzo difensivo non intacca il valore di quanto si è detto.

E del resto se la bontà di un concetto scientifico consiste veramente nella sua *convenienza al caso concreto* (come giudiziosamente riconosce lo stesso Einstein), se dobbiamo valerci del criterio della *utilità*, in quanto il concetto sia immediatamente trasportabile ed applicabile all'osservazione dei fatti, il nuovo concetto di contemporaneità non può essere accettato perchè *non applicabile al concreto*.

Nessuno potrà mai pensare a valersi in concreto del nuovo criterio proposto per verificare se la gente da noi va a letto nel momento in cui a New York va a tavola, o, peggio ancora, per giudicare se il passaggio di una certa macchia sul meridiano centrale del Sole avvenga contemporaneamente ad una certa perturbazione dell'ago magnetico sulla Terra.

La supposizione di un osservatore messo giusto a metà strada fra i luoghi in cui si svolgono i due avvenimenti è certo al di fuori di *ogni possibilità concreta* e rende per ciò stesso illusorio il valore fisico (e non fisico) della definizione.

Ma lasciamo pure in pace questo tentativo di volgarizzazione, che potrebbe avere deformato il pensiero dell'A. nel tormento di

renderlo accessibile ai profani e rivolgiamo piuttosto la nostra attenzione alla forma più aristocratica con cui la nuova nozione di « contemporaneità » fu presentata al pubblico scientifico.

In questa l'A. presuppone che in ogni punto del mondo fisico esista un osservatore, fornito di un orologio « perfetto », suppone cioè l'esistenza di infiniti orologi capaci di andare sempre tutti di « accordo » fra loro, dopo che una volta e per tutte vi siano portati. Realizzata questa condizione, la semplice lettura dell'indicazione dell'orologio che si trova nel punto in cui un avvenimento si verifica, fornisce la conoscenza completa del « tempo » dell'avvenimento, e quindi il modo di metterlo in relazione temporale con tutti gli altri avvenimenti.

Per potere realizzare l'accordo fra due orologi, Einstein ci presenta il seguente processo :

Un osservatore *A* invia ad un altro *B* un segnale luminoso nell'istante in cui il suo orologio segna, poniamo 12^h in punto. *B* lo riceve al momento in cui il suo orologio segna, p. es. 12^h 5^m, e lo rimanda subito ad *A* (per mezzo di riflessione) che lo riceve a sua volta nel momento in cui il suo orologio segna 12.^h 4^m.

A desume (ammettendo la costanza della velocità della luce) che il segnale da lui spedito sia giunto a *B* alle ore 12. 2^m e ne dà notizia a *B*. Questi potrà allora mettere il suo orologio perfettamente d'accordo con quello di *A* correggendo l'eccesso di tre minuti svelato dalla doppia segnalazione.

Questo processo applicato da tutti gli osservatori del nostro mondo fisico conduce all'accordo di tutti gli orologi, cioè li mette in condizione di dare nello stesso istante la stessa indicazione, e quindi rende confrontabili fra loro i giudizi di tempo fatti da tutti gli osservatori.

Anche qui cadono in acconcio i medesimi rilievi che abbiamo fatto sulla prima definizione di « contemporaneità ». Anche qui si presuppone, infatti, la vecchia nozione di « contemporaneità » senza la quale non avrebbero significato alcuno le operazioni che si compiono fra *A* e *B*.

Che senso, infatti, che valore possiede ai fini dell'accordo cercato

la frase: *A* invia a *B* un segnale luminoso nel momento in cui il suo orologio indica 12 ore in punto? se non questo: che questa indicazione dell'orologio e la partenza del segnale sono due fatti contemporanei, sia per *A* che per *B*?!

Nella migliore delle ipotesi dunque anche questo metodo potrebbe servire solo a estendere la nozione intuitiva di contemporaneità a due avvenimenti che accadono in due posti lontani. Ma anche qui, si può osservare che la supposizione dell'esistenza di un osservatore in ciascun punto rende illusoria la definizione, perchè ne limita enormemente, ne annulla anzi, la « convenienza al caso concreto ».

Ma vi è di più. Questa nuova definizione si manifesta subito come completamente tautologica, in quanto presuppone non solo la nozione di contemporaneità fra avvenimenti prossimi, ma proprio quella stessa ad avvenimenti lontani.

Che cosa significa, infatti, la frase: l'osservatore *A* desume che il segnale da lui spedito è giunto a *B* alle 12h. 2m...? Non vuol forse dire che l'osservatore *A* giudica questi due avvenimenti: passaggio delle sfere dell'orologio a lui vicino per la posizione 12h 2m ed arrivo del segnale a *B* come « contemporanei »?

E non la sola nozione di contemporaneità; non il concetto psicologico di tempo, ma addirittura il concetto scientifico di tempo, il tempo pensato come *grandezza* fisica, come ente suscettibile di misura, e perciò tutto il congegno di postulati e di espedienti necessari per la realizzazione della misura, presuppone e quindi postula questo processo di Einstein!

Che significato, infatti, ha la condizione, che si ammette realizzata, dell'esistenza di infiniti orologi « perfetti », attribuito ciascuno a ciascun punto del mondo fisico?

La realizzazione di questi infiniti « orologi perfetti » non presuppone forse negli osservatori il concetto di « durata », con quel carattere di universalità che è nel classico concetto di tempo? non presuppone forse la possibilità dei « confronti fra le durate »? e con questa non presuppone necessariamente in tutti gli osservatori la possibilità del giudizio di « contemporaneità »?

Guardate e svoltate comunque queste costruzioni temporali di Einstein, è giocoforza riconoscerlo, restano ben lontane dall'audace aspirazione di coniare e presentarci *ex novo* una migliore nozione di contemporaneità ed un nuovo concetto di tempo: nel più favorevole dei casi esse si riducono ad un modestissimo metodo pratico, un mero espediente, diretto a realizzare l'accordo fra le indicazioni di due orologi lontani: che potrebbe venire applicato quando si supponga che gli orologi siano *intrasportabili*, e dopo che con rigoroso esame ne sia riconosciuto legittimo l'uso.

Ridotto in questi angusti confini il processo di Einstein conserverebbe un certo valore pratico se gli fosse riconosciuta *legittimità e necessità di uso*.

A farcelo apparire come necessario, Einstein ha provveduto avanzando il postulato della intrasportabilità degli orologi -- che implicitamente nega uno dei principi essenziali della Meccanica, quello di Galileo -- a farcelo apparire come legittimo ha provveduto col postulato della costanza della velocità di propagazione della luce.

Questi due postulati hanno un contenuto fisico importantissimo. Ammetterli senz'altro significa rinunciare gratuitamente a tutto l'edificio concettuale della Meccanica classica, vero modello di chiarezza, evidenza e semplicità: edificio che è stato ricca sorgente di feconde scoperte e che ha in suo favore il suffragio di un numero oramai grandissimo di osservazioni meravigliosamente precise -- tutta l'astronomia -- e la conferma di migliaia e migliaia di esperienze ingegnose, realizzate in tutti i rami della Fisica. Fatti occorrono, vagliati, conosciuti, sviscerati in modo completo; fatti che parlino chiaro e forte contro così glorioso patrimonio concettuale, per deciderci a cambiarlo.

E questi fatti mancano.

Contro il principio di Galileo viene citata l'esperienza di Fizeau sulla propagazione della luce in seno all'acqua in movimento, alla quale esperienza è stato dato valore e forza di « *experimentum crucis* » in tutto favore della nuova Meccanica, perchè il preteso trascinamento parziale delle onde è stato ritenuto come diretta verifica della nuova regola di composizione delle velocità.

Ma a parte la possibilità di spiegare il fatto in altri modi differenti — fra cui quello dato da Fresnel — è stato da recente riconosciuto che questo risultato sperimentale contraddice la regola di composizione di Einstein, ed è invece conforme a quella della meccanica classica.

A favore della costanza della velocità di propagazione della luce proveniente da sorgenti non terrestri viene addotto un solo argomento: se la velocità della luce dipendesse dal moto relativo della sorgente e dell'osservatore, lo studio delle stelle doppie, cioè di quelle coppie di stelle delle quali una ruota attorno alla compagna, ci avrebbe fatto conoscere certe particolarità che sono state cercate e non sono state trovate.

Ma qui bisogna avvertire — come onestamente ha confessato qualcuno che si è con serietà consacrato a questo studio — che si tratta di «osservazioni delicatissime, punto semplice, che si possono dire appena incominciate», sulle quali non è lecito fondare una conclusione recisamente negativa.

Così il metodo di Einstein per l'accordo degli orologi, non ha per nulla il diritto di sostituire nell'agone scientifico il vecchio metodo della classica cronologia e di fatto non l'ha sostituito. La costruzione temporale di Einstein non ha dunque una base fisica nè sul terreno concettuale, nè su quello sperimentale.

Con questa costruzione cade l'altra sulla relatività delle misure spaziali: e cadono il mito attorno alla velocità della luce, quello della variabilità della massa, dell'inerzia dell'energia e così via.

Per completare questo rapido sguardo sulle basi fisiche della relatività mi restano da dire poche parole intorno ai famosi fatti spiegati o previsti dalla nuova teoria, ritenuti da tutti come brillanti ed indiscutibili prove della sua bontà e della sua verità.

Benchè escano dal quadro della relatività ristretta, perchè strettamente legati a una nuova e pur strana ipotesi introdotta da Einstein nella Scienza, mi sembra quasi un mio dovere di ufficio dirne brevemente una parola.

Questi fatti si riducono in fondo a tre: la variazione secolare del perielio di Mercurio; un preteso incurvamento dei raggi pro-

venienti da stelle lontane per il loro passaggio in prossimità del Sole: uno spostamento delle righe spettrali della luce proveniente da sorgenti poste in campi gravitazionali di grande intensità (Sole).

Per dare un'idea del valore del primo fatto basta che io richiami brevemente la conclusione di un recente lavoro di un nostro stimato Maestro, il Prof. Angelitti.

Egli ci avverte:

1^o) che lo spostamento del perielio di Mercurio non si può riguardare come un fatto in modo indiscutibile accertato.

2^o) che questo fatto, supposto come realmente esistente, non presenta contraddizione con la meccanica classica; potendosi bene pensare che un miglioramento della teoria dei moti planetari possa fare scomparire questo spostamento del perielio, come è scomparso quello del perigeo lunare col perfezionamento della teoria della luna.

3^o) Che volendo seguire il Le Verrier e il Newcomb nei loro calcoli che portano a questo movimento del perielio di Mercurio si trova che un movimento analogo subisce anche il perielio di Marte.

4^o) Che lo schema newtoniano opportunamente modificato (con la introduzione di un termine nell'accelerazione gravitazionale, proporzionale al cubo inverso della distanza) è capace, anzi è il solo capace, di spiegare in modo rigoroso questo moto dei perieli.

5^o) Che la teoria della relatività in tanto riesce a spiegare il moto del perielio di Mercurio, in quanto si riduce per approssimazione e solo per orbite di piccola eccentricità e per piccoli spostamenti degli absidi allo schema newtoniano composto.

6^o) Che mentre la teoria della relatività prevede con eccellente concordanza lo spostamento del perielio attribuito a Mercurio, non riesce a spiegare quello attribuito ugualmente a Marte.

E questo mi sembra che potrebbe bastare per fare cessare l'assordante clamore di trombe, che si è fatto attorno a questa « meravigliosa conferma ».

Intorno alla deflessione dei raggi luminosi, debbo riferire che il fatto ancora non si può ritenere come acquisito,

Ma anche quando i risultati delle osservazioni che sono tut-

tavia sotto esame, saranno venuti a testimoniare positivamente, sull'esistenza del fenomeno, non si potrà perciò dire che la teoria di Einstein sia provata.

Perchè la scoperta di un solo fatto possa considerarsi come decisiva in favore di un certo schema teorico occorrerebbe che la spiegazione del fatto, da quello schema dedotta, abbia vero carattere di necessità. Questo carattere non ha e non può avere la previsione di Einstein: a spiegare la deflessione sorgeranno 36 ipotesi -- per dirla con Bouasse -- appena sarà accertata. Ed una, molto giudiziosa, è stata già proposta dal Silberstein, fondata sull'ipotesi di Stokes, quella dell'etere trascinato.

Dello spostamento delle righe spettrali non mette nemmeno conto di parlare; si tratta di un fenomeno microscopico, molto difficile a scerverare in mezzo alla massa di altri fattori che producono il medesimo effetto, sicchè non meritano alcuna confidenza le conferme che da taluno si pretende di avere trovato.

E mi piace di chiudere riportando un giudizio che ho avuto occasione di scrivere recentemente su questo punto, e che ho cercato qui di motivare.

Secondo il mio modesto avviso, proprio questo terreno dei fatti nuovi è il punto più debole della teoria perchè ci rivela nettamente l'*infecondità* dello schema di Einstein.

Chi si richiami alla mente le messi copiosissime di risultati veramente prodigiosi che sono scaturiti dai grandi rinnovamenti teorici di questi ultimi secoli, pure concettualmente tanto più modesti di questo recentissimo; chi ripensi alle tante nuove e sorprendenti scoperte scaturite dallo schema di Newton sulla gravitazione, da quello di Fresnel sulla trasversalità delle onde luminose, da quello di Faraday-Maxwell sull'intervento del mezzo nei fenomeni elettrici e magnetici, da quello di J. J. Thomson sulla struttura atomica dell'elettricità, non può non sorprendersi della estrema povertà di risultati dello schema di Einstein, specialmente se messo a confronto col vastissimo e profondo sconvolgimento seminato nel campo dei concetti.

Sicchè la teoria della relatività è senz'altro da condannare.?

Come tentativo di sintesi matematica la teoria è da ammirare, come sforzo filosofico di revisione concettuale è certo da discutere ma anche da rispettare; come modello soddisfacente della « realtà fisica » non ha valore perchè fondata su elementi fisicamente mal fondati, o addirittura inaccettabili.

Ad ogni modo una larga opera di revisione e di critica s'impone e fortemente; il cimento è arduo, ma mi auguro che qualcuno di Voi, giovani assetati di sapere, voglia affrontarlo e conquistarvi il successo.

Istituto di Fisica - Palermo

Michele La Rosa

Febbraio 1923