

# PROVE ASTRONOMICHE

CONTRARIE ALLA « TEORIA DELLA RELATIVITÀ »

I FENOMENI DELLE « STELLE VARIABILI »  
SPIEGATI COME EFFETTO BALISTICO DELLA PROPAGAZIONE DELLA LUCE

PER M. LA ROSA

---

## I

Il Congresso internazionale di Filosofia, tenuto a Napoli nel maggio dello scorso anno, prometteva di riuscire di molto interesse per il posto speciale che era stato fatto alla « teoria della relatività ». Il mancato intervento del grande fisico-matematico tedesco tolse a quel Convegno l'occasione di prendere in esame e di discutere una obiezione che vi fu portata.

Quest'obiezione riguarda un punto essenzialissimo della nuova teoria: il solo in cui essa è costretta a soggiacere al controllo dell'esperienza.

La grande importanza del soggetto giustifica il desiderio dell'autore di questo scritto di far conoscere al mondo colto la sua obiezione, e gli *argomenti di fatto* su cui essa riposa, nell'alto interesse della ricerca del « vero », che è fine ultimo del lavoro scientifico.

Non dispiacerà al lettore di dare una scorsa alle seguenti brevi notizie di indole storica, indispensabili per la comprensione dell'indole e della portata dell'obiezione; illustreremo nella seconda parte di questo scritto il contenuto della nostra obiezione e ne esamineremo le basi fisiche-astronomiche.

La scoperta degli elettroni, fatta negli ultimi anni del secolo scorso, rese necessaria una vasta opera di revisione di tutto il patrimonio

scientifico dalla Fisica acquisito. La parte più gravosa, quella di rielaborare la teoria dei fenomeni ottici ed elettromagnetici già sviluppata da Maxwell e da Hertz, fu assolta con grande successo da Lorentz; la nuova teoria ebbe il merito di abbracciare un campo di fatti più ampio, e di spingere più in fondo lo sguardo, nei misteriosi rapporti fra materia ed etere.

Questa teoria de Lorentz ammetteva la completa immobilità dell'etere, e la sua perfetta indipendenza dai movimenti della materia.

Una tale ipotesi affermava implicitamente la possibilità di scoprire e di misurare il movimento dei corpi rispetto all'*etere*, ossia il moto *totale*, o *assoluto* dei corpi. In particolare, lo studio di opportuni fenomeni *aventi sede nell'etere*, avrebbe dovuto permetterci la misura del moto assoluto della Terra nello spazio. Sarebbe bastato, a questo fine, il confronto della velocità dei raggi luminosi viaggianti lungo la direzione della traslazione terrestre, con quella dei raggi viaggianti lungo una direzione perpendicolare; perchè le onde luminose, avendo la sede nell'etere, avrebbero dovuto presentare nelle due direzioni velocità diverse all'osservatore terrestre, per effetto del moto di traslazione.

Da qui ebbero origine numerosi tentativi sperimentali diretti a scoprire il moto della Terra rispetto all'etere, fra i quali va ricordata, in prima linea, la famosa esperienza di Michelson e Morley. Ma questi tentativi diedero, ed hanno dato tutti, esito nettamente negativo, determinando un vero conflitto fra teoria ed esperienza!

Non mette conto di ricordare le ipotesi speciose che furono avanzate per cercare di rimuovere questo conflitto; basta dire che fallirono all'intento, perchè lasciavano aperta la via a nuovi esperimenti del genere, il cui esito riusciva sempre negativo.

È merito grande di Einstein di avere compreso, per la prima volta, il significato profondo di queste *esperienze negative*, e di avere intuito la nuova e grande legge di natura che esse rivelavano; *l'impossibilità di rivelare e di misurare per mezzo de qualsiasi fatto fisico il moto della materia rispetto all'etere: ossia il moto totale o assoluto dei corpi.*

Proposizione importantissima questa, la quale veniva ad estendere a tutti i fenomeni fisici una proprietà ben nota nel mondo della Meccanica classica: la relatività dei fenomeni, ossia la loro indipendenza dallo stato di moto (rettilineo e uniforme) di tutta la sede spaziale in cui i fenomeni stessi si svolgono.

Secondo questa giusta veduta di Einstein, la ragione profonda del dissidio stava in una vera antitesi fra il *principio di relatività* e la teo-

ria de Lorentz; sicchè la conciliazione poteva raggiungersi a un solo patto: rendendo « relativista » tutta la Fisica, così come lo era la Meccanica.

Su questo punto nessun dubbio, nessun disparere può dividere Scuola da Scuola, studioso da studioso. Finchè nuove esperienze(1) non verranno a persuaderci del contrario, tutte le costruzioni scientifiche debbono *esplicitamente* soddisfare a questa legge di « relatività » vista nettamente da Einstein.

Ma con ciò restiamo ancora molto lontani dall'affermare che la scienza debba proprio adagiarsi sullo schema teorico tratteggiato da Einstein, siamo molto lontani dal dover accettare la « teoria della relatività », come una teoria universale dei fenomeni fisici. Su questo punto è bene intendersi chiarissimamente.

L'esperienza ha imposto, ed Einstein ha riconosciuto, la necessità dell'accordo fra il principio di relatività della Meccanica e la teoria generale dei fenomeni fisici; ma quest'accordo può essere raggiunto per infinite vie, in infiniti modi, con infinite costruzioni teoriche nuove, le quali tutte saranno « relativiste » se quest'accordo riusciranno a realizzare. Questo debbono tenere ben presente tutti coloro che amano farsi un'opinione chiara sui dibattiti della nostra scienza e che non possono procurarsi se non informazioni indirette; questo sappiano tutti coloro che attraverso la pura speculazione giungono alla conclusione « relativistica », prima di legare il loro pensiero al carro trionfale della « teoria della relatività », tracciata da Einstein.

Ed infatti sul terreno strettamente scientifico, subito dopo Einstein, un altro giovane teorico, Walter Ritz, schizzò una « teoria generale dei fenomeni fisici » in piena armonia col « principio di relatività », cioè « relativista », ma in perfetta antitesi con la teoria de Einstein.

**Ecco brevemente in che consiste l'antitesi :**

Einstein riguarda le equazioni fondamentali della teoria de Lorentz come conquista definitiva ed intangibile della scienza, e cerca di rimuovere il conflitto piegando ed adattando il principio di relatività in modo da portarlo sotto l'impero della teoria di Lorentz. Ma piegare il principio di relatività significa piagare, deformare la vecchia e glo-

(1) Recentemente l'esperienza di Michelson è stata ripetuta all'Osservatorio di Monte Wilson (California) e — si dice — con esito positivo, benchè di importo assai più piccolo di quello previsto dalla teoria. Ma le notizie ora conosciute non permettono un giudizio conclusivo in proposito.

riosa Meccanica classica — checchè si voglia dire in contrario, invocandone la validità rimasta intatta per i moti lenti — significa rinne-garne, abbatte i postulati fondamentali e quei concetti primitivi di tempo e di spazio, che tanto hanno dato da pensare e da scri-vere.

Questo rivolgimento acaturisce in modo necessario da un'afferma-zione di Einstein, in apparenza lecita e creduta conforme all'esperien-za, dal postulato della « costanza della velocità di propagazione della luce », che è la *vera* base di tutta la costruzione teorica.

Questo postulato afferma, che la *luce* che ci viene da una stella, o da una sorgente qualunque, *viaggi sempre con la stessa velocità, qua-lunque possano essere le condizioni di movimento* (o più esattamente la velocità) *della sorgente stessa, e dell'osservatore.*

Ritz, al contrario, cerca di tenere intatta la Meccanica classica, e si propone di ritoccare e di adattare la teoria elettromagnetica in mo-do da condurla sotto il dominio del principio di relatività. Egli rag-giunge un tal fine pure per mezzo di un postulato sulla velocità della luce, il quale è perfettamente contraddittorio con quello di Einstein ; perchè suppone che la luce che ci giunge da una sorgente in moto (rispetto a noi), viaggi con una velocità uguale alla somma (*vettoriale*) della velocità normale  $c$  della luce (emessa da una sorgente in quiete) e della velocità  $v$  della sorgente.

L'uno e l'altro schema hanno indubbiamente pregi e difetti, van-taggi ed inconvenienti, vedute sintetiche geniali ed oscure lacune ; sicchè la scelta fra i due richiederebbe un'analisi diligente delicata e non facile.

Ma prima ancora che si possa venire all'esame di questi due sche-mi particolari occorre che sia assolto un compito più generale e di carattere « pregiudiziale » ; quello di saggiare la bontà e la sicurezza delle due grandi vie intraviste dai due geniali teorici, per orientare in modo sicuro la ricerca, per indirizzarla precisamente o sulla via ten-tata da Einstein : conservazione intatta dell'elettrodinamica e revi-sione della Meccanica attraverso *il postulato della costanza della velo-cità della luce* ; oppure su quella indicata da Ritz : conservazione della Meccanica e revisione dell'elettrodinamica attraverso *il postulato del-la « composizione » della velocità della luce.*

Dopo che questo primo passo sarà fatto sotto la guida della *espe-rienza, la sola che abbia diritto di decidere la scelta*, il lavoro dei teo-rici potrà procedere sicuro nell'elaborazione dello schema che ci oc-corre ; e si potrà riprendere ed adattare l'uno e l'altro dei due già

costruiti, o piuttosto escogitarne *ex novo* uno o più altri, negli rispondenti.

Pertanto fu presto avvertita la necessità della ricerca di un « fatto fisico », capace di fornirci l'elemento *decisivo* di prova, in favore dell'una o dell'altra, ipotesi sulla velocità di propagazione della luce.

Ora il *solo* campo di fatti da cui la ricerca poteva e può attingere questo elemento di prova era ed è quello dei fatti astronomici, per ragioni su cui qui non occorre fermarsi; e fin dal 1913 De Sitter, un astronomo olandese, credette di averlo trovato, in base a certe osservazioni sulle « stelle doppie » (1).

Le conclusioni di De Sitter furono precisamente contrarie al postulato della velocità della luce con quella della sorgente — e da allora in poi il moto delle « doppie » è stato addotto come la più forte prova in favore del postulato fondamentale di Einstein.

Un'analisi facile mi ha condotto, da recente, a riconoscere che l'argomentazione di De Sitter nascondeva un errore; e riprendendo in esame le conseguenze a cui l'ipotesi di Ritz può condurci quando venga applicata alle osservazioni del movimento delle « doppie » sono riuscito a *precedere per mio conto tutto un campo importantissimo di fatti che trovano un magnifico riscontro nella realtà*; fatti che pur essendo noti da molto tempo erano nella maggior parte — dopo secoli — ancora rimasti oscuri ed inspiegati.

Questo imprevisto e felicissimo accordo fra la previsione teorica (fatta all'infuori di ogni pericolosa suggestione, perchè i fatti, mi erano ignoti) e le osservazioni, costituisce un tale elemento di prova che supera di gran lunga il valore di qualsiasi esperienza *ad hoc* istituita, di qualsiasi sistema di osservazioni affannosamente, e non sempre *passionatamente* accumulate, per verificare effetti, che spesso sono illusori, perchè al limite della quantità osservabili.

Ma esporrò le linee fondamentali della mia analisi, nella seconda parte di questo scritto.

(1) Sono queste, coppie di stelle, vicini fra loro e vincolate da reciproca attrazione, in virtù della quale girano l'una attorno l'altra, secondo leggi analoghe a quelle scoperte da Keplero per il moto dei pianeti attorno al Sole.

## II

Il compito che dobbiamo svolgere in queste pagine è duplice.

Prima di tutto dobbiamo provare che le prove invocate da De Sitter, contro l'ipotesi della composizione della velocità della luce, con quella della sorgente non sono decisive.

Dopo dobbiamo mostrare che le conseguenze a cui quest'ipotesi ci spinge sono pienamente confermate dai fatti; anzi che questi fatti, i quali per tal via trovano per la prima volta una spiegazione generale e soddisfacente, formano una sicura base per l'affermazione di quell'ipotesi.

Ammetteremo, a titolo provvisorio, come esatta l'ipotesi balistica: ammetteremo, cioè, che la velocità di propagazione della luce, quando essa ci giunge da una sorgente in moto (per esempio una stella) è quella che si ottiene sommando alla velocità normale di propagazione  $c$  (quella della luce emessa da una sorgente in quiete) la velocità  $w$  con cui la sorgente si muove lungo la linea di mira (1).

Immaginiamo allora di rivolgere lo sguardo verso una « doppia », costituita da un grosso astro centrale  $O$ , presso a poco immobile, e da un « compagno »  $S$ , che gli giri intorno, nel verso della freccia, lungo un'orbita circolare, posta in un piano che contiene la « visuale »  $MO$ .

Signiamoci in figura i punti  $C, D, A, B$ , in cui la visuale stessa ed il diametro ad essa perpendicolare tagliano il circolo, ossia le quattro posizioni fondamentali che gli astronomi chiamano *congiunzione* ( $C$ ), *opposizione* ( $D$ ), *quadrature* ( $A, B$ ).

Quando la stella passa per  $A$  la sua velocità  $r$  è diretta lungo la visuale, ma in senso opposto rispetto ai raggi che partono in quel momento  $S$ , i quali, perciò, viaggiano con la velocità  $c - r$ .

Quando la stella passa per  $D$ , la sua velocità  $r$  è diretta perpendicolarmente alla visuale, e non ha influenza sulla propagazione dei raggi che vanno verso l'osservatore, i quali perciò viaggiano con la velocità normale  $c$ .

Quando la stella passa per  $B$ , la  $r$  è diretta secondo la visuale e

(1) Se la sorgente si muove con la velocità  $r$  in una direzione qualunque, la  $w$  è una certa parte di  $r$  o come si dice la « componente » di  $r$  lungo la linea di mira.

nel verso della propagazione, perciò i raggi viaggiano con la velocità  $c + v$ .

Considerazioni analoghe si possono ripetere per i raggi emessi nelle successive posizioni comprese fra B ed A; essi dovranno viaggiare con velocità *decreascenti* da  $c + v$  a  $c - v$ .

Per chiarire bene i fenomeni che dobbiamo aspettarci, per il fatto di questa propagazione di luce con « velocità variabile », ci avvarremo di un esempio concreto.

Lungo un fronte di battaglia, il comandante in capo — posto a notevole distanza — dirama ordini ed informazioni, per mezzo di corrieri spediti ad intervalli costanti di tempo, per esempio, a ogni ora. Se i corrieri viaggiassero tutti con la stessa *velocità*, i reparti combattenti riceverebbero gli ordini, dopo tempi più o meno lunghi, a seconda della loro distanza dal Comando, ma ad intervalli costanti di un'ora ciascuno. Se invece quelli corrono con velocità variabili, gli ordini giungeranno ai successivi reparti ad intervalli differenti.

Fermiamoci per un momento a considerare il viaggio di due corrieri consecutivi; supposto per esempio che il primo, spedito all'ora 0, viaggi con la velocità di 10 chilometri all'ora, mentre il secondo, spedito all'ora 1, viaggi con la velocità di 11 chilometri all'ora.

È evidente che il vantaggio di 10 chilometri che il primo possiede al momento di partenza del secondo, diventerà sempre più piccolo a misura che la lunghezza (o più esattamente la durata) del percorso va crescendo. Infatti alle ore 2, il primo corriere avrà percorso 20 chilometri mentre il secondo ne avrà percorso 11, sicchè la loro distanza sarà diventata di 9 chilometri; alle ore 3 sarà diventata di 8; e così via. Alle ore 11 il secondo corriere, che avrà percorso 110 chilometri, raggiungerà il primo che ne avrà pure percorso 110, e da quel mo-

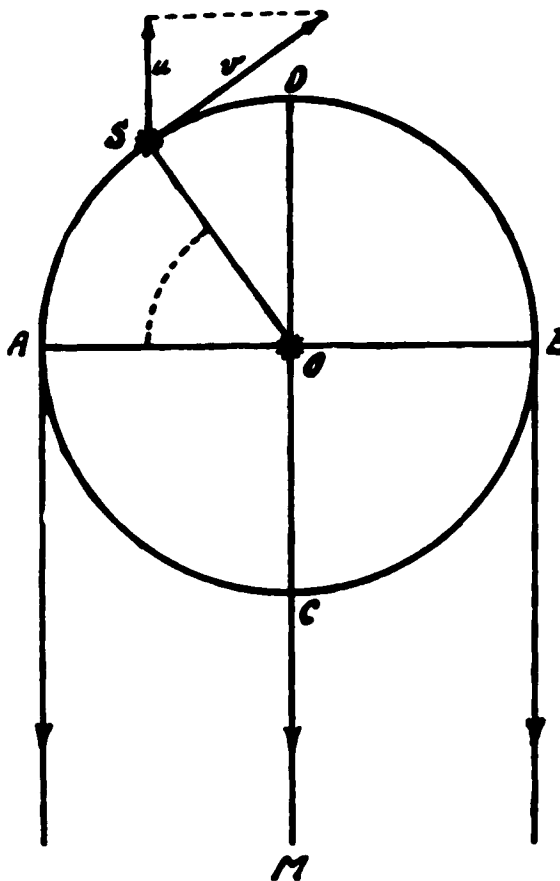


Figura 1

mento in poi il secondo precederà il primo di un tempo tanto più grande quanto maggiore sarà l'ulteriore distanza percorsa.

Pensando dunque a tutti i corrieri partiti per esempio in un'intera giornata (24 ore) e supponendo che le loro velocità siano tutte diverse, prima crescenti e poi decrescenti, riusciamo a intuire quale grosso groviglio di ordini e di idee potrà nascere sul nostro fronte di battaglia, supposto che i successivi bollettini non portino indicazione alcuna dell'ora di partenza, a qualsiasi altro elemento che valga ad illuminare coloro che li ricevono sul « vero » ordine della loro successione.

*Appunto questi temibili «accavallamenti» fra raggi partiti dalla stella mobile, da posizioni ed in momenti diversi, sono stati l'arma con cui De Sitter combatte l'ipotesi di Ritz. Tali accavallamenti non potrebbero permetterci — osserva De Sitter — di seguire fedelmente il moto dell'astro girevole e di scoprirne le leggi, contrariamente a quanto risulta dalle osservazioni sulle « doppie », le quali ci hanno permesso di studiarne il moto e di stabilirne le leggi.*

Ora questa conclusione di De Sitter è troppo poco meditata ed è generalmente inesatta.

Prima di giungere alla condanna dell'ipotesi di Ritz, bisognava cercare di dipanare il « groviglio », di stabilire i fattori da cui dipende, e persuadersi bene del giuoco che ciascuno di essi può avere in questo o in quest'altro caso.

Ognuno vede subito, che se le differenze di velocità fra i successivi corrieri fossero solamente di qualche metro sui 10 km/ora, supposti come media, nulla più avremmo da temere per parte delle piccole alterazioni degli intervalli di arrivo. Esse sarebbero affatto incapaci di produrre spostamenti nella successione degli ordini del nostro comando, quando — beninteso — i tempi totali di percorso non siano troppo grandi.

Orbene, le differenze di velocità che possiamo aspettarci fra i raggi luminosi, emessi da una stella mobile, sono sempre frazioni assai piccole della velocità media di propagazione della luce. Stando a quanto si conosce intorno alla velocità dei corpi celesti, queste differenze risultano comprese fra qualche centomillesimo ed il mezzomillesimo della velocità della luce.

Dunque per quelle stelle per le quali il tempo impiegato dai raggi per giungere a noi non sia troppo grande, cioè per quelle stelle che non sono dai noi molto distanti, nessuna perturbazione notevole potremo temere dall'accavallamento dei raggi.

Ora sta in fatto che le osservazioni astronomiche che ci hanno fat-



to conoscere le leggi di movimento delle « doppie » si riferiscono proprio a stelle abbastanza vicine, per le quali gli accavallamenti supposti, appositamente calcolata, danno luogo a effetti trascurabili: possiamo quindi concludere — contrariamente a De Sitter — che queste osservazioni nulla provano contro l'ipotesi di Ritz.

Le cose cambiano profondamente quando prendiamo a considerare stelle lontane per il tempo  $\theta$ , che in raggi impiegano per giungere a noi, sia molto grande. Precisamente vogliamo considerare il caso in cui il rapporto fra il tempo  $\tau$ , di una rotazione del « compagno », ed il tempo  $\theta$  sia dell'ordine stesso di grandezza del rapporto  $\frac{r}{c}$ .

Per far comprender bene le cose conviene esaminare da vicino un esempio concreto. Il compagno mobili impieghi, per esempio 100 giorni a compiere il suo giro attorno l'astro centrale, e la sua velocità  $r$  sia di 30 chilometri al secondo (quella con cui la Terra si muove lungo l'orbita), in modo che il rapporto  $\frac{r}{c}$  ( $c = 300.000$  km/sec.) risulti uguale a  $1/10.000$ . La distanza di tale « doppia » dalla Terra sia 138 anni luce, cioè 500.000 giorni, in modo che il rapporto tra il tempo di rotazione 100 giorni ed il tempo medio impiegato dalla luce nel viaggio sia  $1/5000$ , cioè doppio di  $\frac{r}{c}$ .

I raggi partiti dalla posizione A (fig. 1) al momento iniziale, viaggiano allora con la velocità  $c - \frac{c}{10.000}$ ; quelli partiti da B con la velocità  $c + \frac{c}{10.000}$ , la quale supera di  $\frac{2c}{10.000}$  la velocità dei primi, cosicchè, lungo un percorso qualunque, i raggi partiti da B con 50 giorni di ritardo guadagnano  $2/10.000$  del tempo impiegato, cioè 2 giorni su ogni 10.000 giorni di percorso: e perciò 100 sul nostro percorso totale, che è di 50 volte 10.000 giorni. In conseguenza i raggi partiti da B giungeranno a noi ben 50 giorni prima dell'arrivo di quelli partiti da A; ed è chiaro che giungeranno sovrapposti con altri raggi, partiti da certe posizioni intermedie, fra A e B, e perciò viaggianti con velocità intermedie.

Per acquistare un'idea ben chiara degli effetti di questi accavallamenti, è indispensabile stabilire, in modo preciso, la legge di corrispondenza fra i tempi di partenza dei raggi luminosi dalla stella, che indicheremo con  $t$ , e i tempi di arrivo al nostro occhio, che indicheremo con  $T$ .

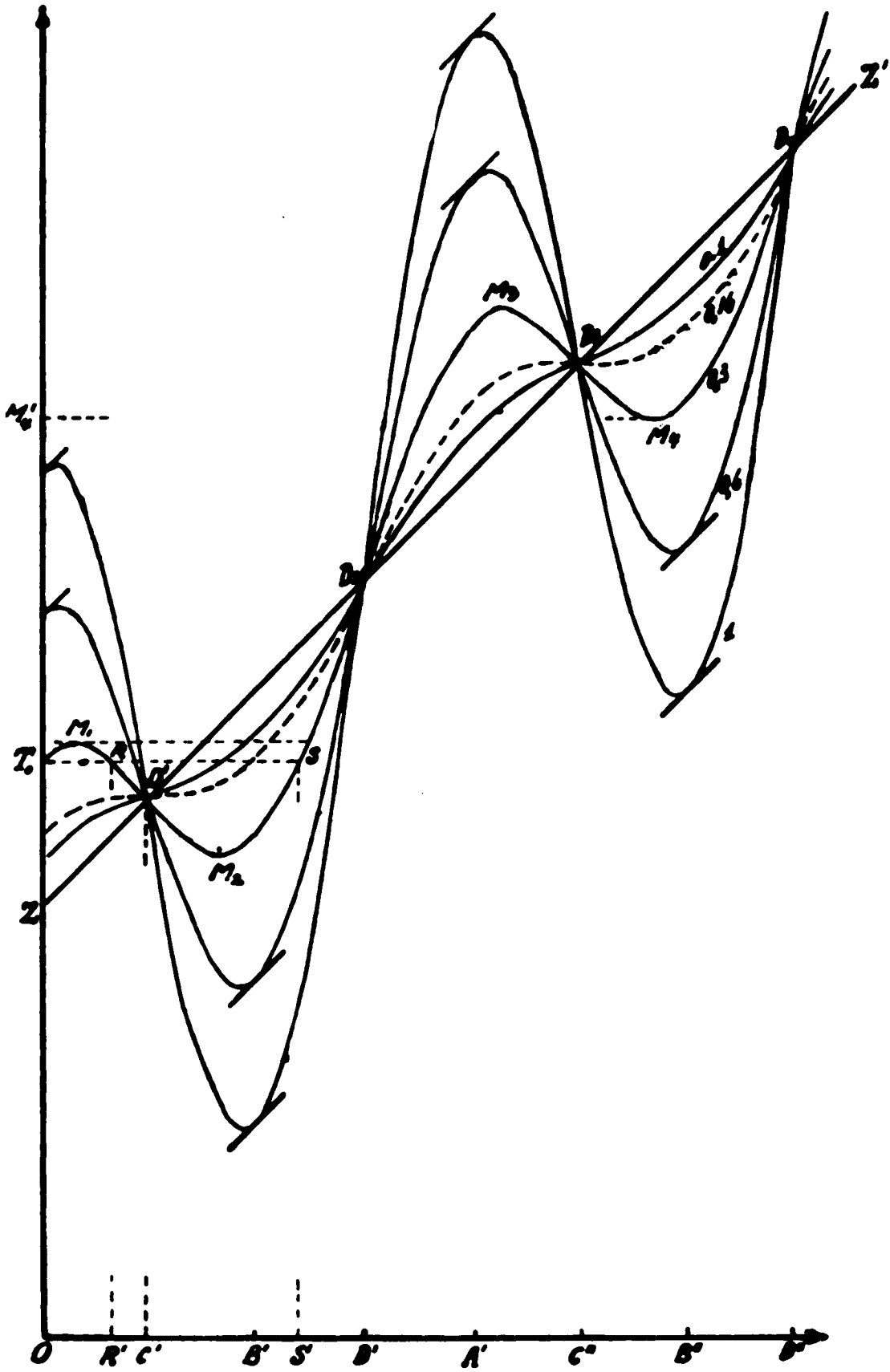


Figura 2

Per evitare di impelagarci in una discussione di carattere matematico (per quanto semplice ed elementare) riferiamoci all'unito diagramma (fig. 2) che dà la rappresentazione grafica di tale legge in certi casi particolari notevoli.

Sulla retta OX sono rappresentati i tempi di partenza, in modo che al punto O corrisponda l'istante iniziale ( $t = 0$ ) in cui la stella ruotante S passa per la posizione A (fig. 1); al punto A' corrisponda il tempo che la stella impiega a fare il giro completo; ai punti C', B', D' che dividono OA' in quattro parti uguali, corrispondono rispettivamente i momenti in cui la stella passa per le posizioni C (opposizione), B (2<sup>a</sup> quadratura), D (congiunzione); ai punti A'', C'', B'', D'' i momenti dei nuovi passaggi (2<sup>o</sup> giro) per le stesse posizioni A, B, C, D; e così di seguito.

In modo affatto analogo i punti della retta OY rappresentano i tempi di arrivo T (1).

Nell'ipotesi di Einstein, in cui i raggi partiti da una posizione qualunque viaggiassero sempre con la stessa velocità, i tempi di arrivo crescerebbero regolarmente, al crescere di quelli di partenza, e verrebbero nel nostro disegno rappresentati dai punti della retta ZZ' egualmente inclinata rispetto ad OX ed OY. Nell'ipotesi balistica, invece, a causa dei cambiamenti di velocità i tempi di arrivo subiscono delle vere fluttuazioni, ed al posto della retta ZZ' avremo, nel disegno, una curva ondulata, che si scosta sempre più dalla retta stessa, a misura che il rapporto  $\frac{\bar{v}}{c}$  si avvicina al rapporto  $\frac{c}{c}$ , lo uguaglia, o lo supera.

Le curve designate fanno vedere ciò molto chiaramente: esse corrispondono ordinatamente ai casi in cui il primo rapporto è 0,1 del secondo; ovvero 0,16; 0,3; 0,6; 1 (cioè uguale).

Per vedere bene gli effetti dell'accavallamento analizziamo nei particolari una delle nostre curve; scegliamo per esempio quella per cui il rapporto  $\frac{\bar{v}}{c}$  è 0,3 del secondo.

Il fenomeno va considerato dal momento in cui arrivano i raggi partiti dalla stella all'epoca della 1<sup>a</sup> quadratura (cioè al passaggio per A), ossia partiti al tempo  $t = 0$ .

(1) In realtà per le esigenze del disegno, i valori di T sono tutti diminuiti di un numero fisso; ciò che non altera per nulla la forma della curva disegnata, dalla quale soltanto dipendono le conseguenze che verranno esaminate.

Questo momento ci è raffigurato dal punto  $T$ , della nostra curva. Conducendo da  $T$ , una retta parallela all'asse  $OX$  osserviamo che essa taglia anteriormente la curva nei punti  $R$  ed  $S$ . Ciò significa che i raggi partiti dalla stella negli istanti  $t_1 = OR'$ ;  $t_2 = OS'$ , arrivano a noi *pure al tempo*  $T$ ,, cioè arrivano insieme con quelli partiti al tempo  $t = 0$ . In altre parole ci giungono « accavallati » i raggi emessi da *tre* posizioni diverse: dalla prima quadratura  $A$ , da una posizione appartenente al primo quarto di giro ( $OR' = 1/6 OA'$ ), e da una appartenente al terzo quarto. Significa ancora, che nel momento  $T$ , sono già arrivati i raggi partiti dalle posizioni che la stella prende in tutto l'intervallo che decorre dall'istante  $t_1 = OR'$ , all'istante  $t_2 = OS'$ , perchè, come la curva ci mostra, i tempi di arrivo  $T$  per i raggi partiti in detto intervallo sono tutti *più piccoli* di  $T$ .

La luce emessa dalla stella in così gran parte del giro, ha dovuto perciò sovrapporsi alla luce emessa nel giro precedente.

Nei tempi che succedono a  $T$ , (cioè più grandi di  $T$ ), e per un breve intervallo raccoglieremo ancora luce proveniente da tre posizioni distinte — si consideri sempre la figura — di cui la 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> posizioni si vanno avvicinando fino a confondersi in un sol punto  $M_1$ . Allorchè  $T$  cresce ulteriormente, la nostra parallela ad  $OX$  taglia *una sola volta* la curva, ossia l'accavallamento scompare. E scompare finchè  $T$  non raggiunge il valore  $OM'$ , poichè da quel momento in poi i raggi emessi nell'ultima parte del giro si sovrappongono a quelli emessi in circa la metà del secondo (la parallela taglia nuovamente in tre punti la curva).

Ma oltre a questo fenomeno di accavallamento importa rilevare ancora il fatto importante che segue: in vicinanza dei punti  $M_1, M_2, M_3$ , ecc... l'osservatore deve ricevere una quantità di luce assai più grande di quella che avrebbe raccolto se la velocità di propagazione della luce fosse restata costante (o l'astro fermo), mentre nelle vicinanze dei punti  $D_1, D_2$ , ecc., deve riceverne una quantità alquanto più piccola, per il gioco di un secondo « fattore di fluttuazione » dell'intensità luminosa, il quale è molto più importante dell'accavallamento già visto. Il diagramma ci servirà molto bene per chiarire la cosa.

In corrispondenza dei punti  $D_1, D_2, \dots$ , la nostra curva, come ognuno vede, è molto erta rispetto all'asse  $OX$ ; mentre in corrispondenza dei punti  $M_1, M_2, \dots$ , è assai poco inclinata (anzi piccoli archi presi nelle immediate vicinanze di questi punti sono addirittura paralleli a  $OX$ ). Ciò stà ad indicare che in corrispondenza dei primi, la luce emessa dalla stella in un certo intervallo di tempo  $k$  giunge all'osservatore

in un intervallo di tempo  $k$ , alquanto maggiore; e ciò significa che la luce emessa nel primo tempo arriva in una durata alquanto maggiore, e perciò si *diluisce* — mi si permetta la parola — in un tempo alquanto più lungo, in modo che *per ogni unità di tempo ce ne arriva una quantità molto minore della normale*.

Negli altri momenti avviene l'opposto: la luce emessa in un certo intervallo  $k$ , viene ricevuta in uno  $k$ , alquanto più piccolo di  $k$ , sicchè *avremo forti concentramenti di luce*.

In totale, e per l'arrivo contemporaneo di raggi emessi da più posizioni, e *molto più per questi periodici addensamenti e diradamenti di luce*, dobbiamo aspettarci che la stella ci presenti cambiamenti periodici dell'intensità luminosa, cioè *cambiamenti periodici della grandezza apparente*.

Tutto ciò che abbiamo detto per il caso esaminato, regge ancora — con le opportune varianti — per gli altri casi in cui i due rapporti soliti siano poco diversi, sicchè siamo autorizzati a concludere che *tutte le stelle doppie (o più complesse) per le quali la distanza, la velocità ed il periodo siano tali da soddisfare alla condizione data* (cioè  $\frac{v}{c}$  dello stesso ordini da grandezza de  $\frac{v}{c}$ ) *debbono apparirci come « stelle variabili »*.

La nostra analisi ci conduce dunque a *prevedere l'esistenza di « stelle variabili »*, e ci conduce anzi a prevedere in *modo completo* i particolari svariatiissimi che nel loro comportamento possono apparire, al mutare del valore dei cennati rapporti.

Or bene, gli astronomi conoscono da tempo l'esistenza di « stelle variabili » (che era a me ignota fino al momento in cui sviluppai le considerazioni che ho qui schizzate); le prime osservazioni sono anzi assai vecchie, se fra le « variabili » comprendiamo — come è naturale di fare — le « stelle nuove », poichè di esse troviamo notizie in tempi anteriori alla nascita di Cristo. ; Ma l'Astronomia non era fin oggi riuscita a dare una spiegazione dei fenomeni misteriosi e complicati che queste stelle presentano !

Solo, in seguito alla scoperta della costituzione di « doppie », di alcune di queste stelle, si è attribuita la variabilità della loro luce ad un fenomeno di eclisse. Ma questa spiegazione, che non è esente di difficoltà e di obiezioni, si adatta solo a poche delle tremila e più « variabili » oggi conosciute.

L'ipotesi balistica sullo velocità di propagazione della luce ci conduce, invece, nel modo più diretto, più semplice e più naturale a con-

truire una spiegazione *generale* di questi fatti, la quale si *dimostra in perfetta armonia* con le osservazioni.

Non possiamo qui indugiare nell'esposizione dei fatti e nel confronto con le previsioni teoriche; dobbiamo contentarci di indicare i seguenti punti salienti dell'accordo fra teoria ed osservazione:

1° *Le curve di luce* — cioè quelle che rappresentano la legge di variazione periodica della luce della stella — alle quali conducono immediatamente le considerazioni teoriche accennate, trovano perfetto riscontro nelle curve di luce tracciate in base alle osservazioni astronomiche sulle variabili per eclissi (tipo  $\zeta$  Persei);

2° *Le curve di luce* si possono prevedere supponendo che l'orbita su cui gira il « compagno » sia ellisse invece che circolo, danno un'immagine fedele dei fenomeni presentati dalle « variabili » meno semplici (tipo  $\gamma$  Aquilae e  $\delta$  Cephei) alle quali non può adattarsi la « spiegazione dell'eclissi »;

3° *Le curve di luce* che si possono prevedere supponendo che la stella abbia due compagni, spiegano i fenomeni misteriosi e complessi delle variabili del tipo Mira Ceti (1); le quali presentano periodo variabile e massimi e minimi di luce pure variabili;

4° Ammettendo che certe stelle, per effetto dell'attrazione di altre, riescano a muoversi rispetto a queste, così come le comete si muovono rispetto al Sole (cioè secondo orbite paraboliche, o secondo gigantesche ellissi enormemente schiacciate), abbiamo potuto facilmente dare una spiegazione molto semplice dei fenomeni delle « nuove »; cioè di quelle misteriose stelle, che sorte quasi improvvisamente dall'oscurità degli abissi celesti, hanno brillato per alcuni mesi, o si sono oscurate poscia rapidamente, sino a scomparsa totale, o ridursi a una piccolezza, osservabile solo con i più potenti telescopi.

Vale la pena di gettare un'occhiata sulla curva della figura 3 in cui sono rappresentate le curve che danno la legge dei tempi di arrivo  $T$  in funzione de quelli di partenza  $t$  per due di questi casi.

Ciascuna curva risulta dapprima tangente alla solita retta  $ZZ'$ , se ne stacca lentamente in modo da presentare un'inclinazione via via più piccola rispetto all'asse  $CX$ , diventa parallelo a quest'asse, per piegarsi infine molto lentamente in senso inverso.

La quantità di luce che ci deve giungere in ogni secondo, deve per-

(1) Dopo che per la prima volta era stata da me formulata la ipotesi della natura complessa delle variabili di questa specie, è stata fatta la scoperta di un « primo » « compagno » di Mira Ceti.

ciò a tutta prima andare crescendo, deve ben presto assumere valori assai ed assai grandi in corrispondenza del tratto molto piatto della curva (1), e tornare meno rapidamente a decrescere, a valere anche più piccoli de quelli inuguali.

Infine ci è stato possibile spiegare il fatto seguente che finora è stato riguardato come un enigma impenetrabile.

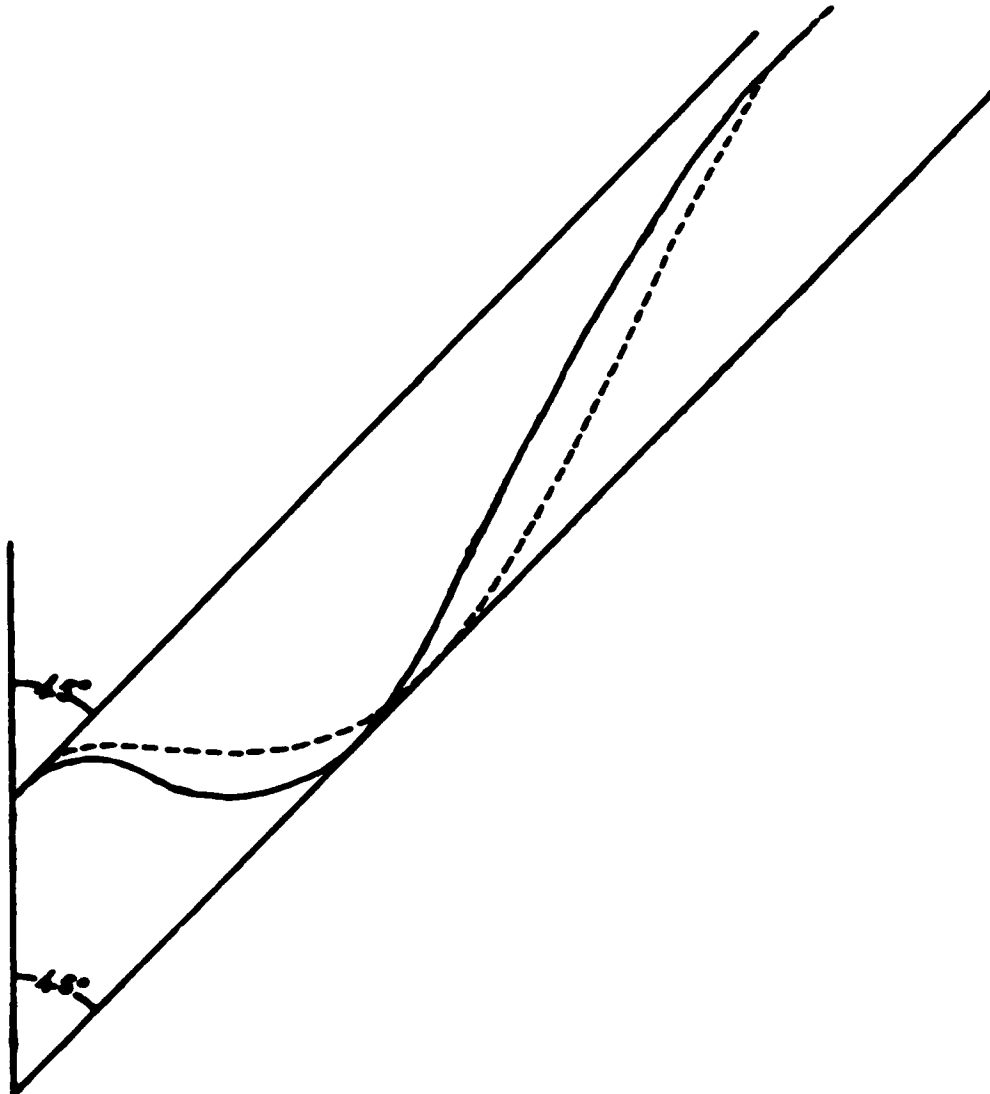


Figura 3

Il numero delle « variabili » a corto periodo cioè quelle di cui l'intero cambiamento si compie in pochi giorni è molto poco, in paragone al numero delle rimanenti. Anzi, ordinando le variabili conosciute in gruppi, col criterio del periodo crescente, si era trovato che il

(1) Esso sta infatti ad indicare che la luce emessa lungo un tempo molto lungo che potrebbe essere di molti mesi, ci giunge in un intervallo assai più ristretto, per esempio di alcune settimane.

numero di stelle che risultano comprese in ciascun gruppo cresce rapidamente con la lunghezza del periodo, raggiunge un massimo per periodi tra 350 e 400 giorni, e diminuisce subito, tanto che pochissime presentano periodi vicini a 450 giorni, e solo qualcuna vicino a 500 giorni.

Bene, di questa strana « legge statistica » di cui non si era potuta intuire la più lontana spiegazione, la teoria balistica ci dà chiara ragione.

Non potendo più abusare della cortese attenzione del lettore, ci affrettiamo a concludere, non senza aver notato che non a questi soli fatti si limita l'accordo fra previsioni nuove ed osservazioni vecchie. Si tratta di un accordo più vasto e più profondo, il quale venuto in modo affatto spontaneo, e quindi libero da ogni inquinamento per parte di *pericolose suggestioni*, costituisce la migliore prova in favore del postulato balistico, prova della sua fecondità, prova della sua « verità », intesa nel senso in cui la scienza suole usare questa parola.

« Verità » che refulge ancora più limpida e più bella quanto si faccia un confronto fra la semplicità e la « docilità » con cui l'ipotesi balistica si adagia sul terreno scientifico, e lo sconvolgimento che quella di Einstein vi determina; fra i frutti concreti imponentissimi che la prima di un sol colpo ci ha dato, e l'infecundità estrema dell'altra, che *cerca ancora* un punto d'appoggio nella conferma delle sue modestissime previsioni.

E chiuderanno affidando alla critica severa ed illuminata, ma *sere-na*, del mondo colto l'esame di queste prove astronomiche, e della nuova teoria delle « stelle variabili », che il postulato di Ritz ci ha *spontaneamente* suggerito.

Il giudizio che presto o tardi verrà, riporterà luce e semplicità sull'orizzonte scientifico; additerà ancora — giova crederlo — la vecchia e gloriosa rotta al nostro pensiero, quella rotta che è stata tanto feconda e su cui farà ancora molto cammino, prima che nuovi e « *ben securi fatti* » potranno costringerci ad abbandonarla per sempre.