ATTI

DELLA

REALE ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

ANNO CCCXX

1923

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXXII.

2° SEMESTRE.

ROMA

TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA NAZIONALE DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1923

elementi della classe formata dalle coppie $A_r B_s$, che si presenta così ordinata:

$$A_1 B_1 , A_2 B_1 \ldots A_a B_1 ; A_1 B_2 , A_2 B_2 \ldots A_a B_2 ; \ldots ; A_1 B_b , A_2 B_b \ldots A_a B_b ;$$

ma questa stessa classe può essere ordinata anche come segue:

$$A_1 B_1 , A_1 B_2 \ldots A_1 B_b ; A_2 B_1 , A_2 B_2 \ldots A_2 B_b ; \ldots ; A_a B_1 , A_a B_2 \ldots A_a B_b ;$$

ed allora appare che il numero dei suoi elementi vale $b\,a$.

La proprietà distributiva

$$(a + b)\,c = a\,c + b\,c ,$$

nasce pure dal confrontare due ordini della classe formata colle coppie di elementi presi dalle classi $(A + B)$ e (C), i cui numeri cardinali sono $a + b$ e c, come viene accennato dalla scrittura seguente:

$$A_1 C_1 \ldots A_a C_1 , B_1 C_1 \ldots , B_b C_1 ; \ldots ; A_1 C_c \ldots A_a C_c , B_1 C_c \ldots B_b C_c :$$

e

$$A_1 C_1 \ldots A_a C_1 , \ldots A_1 C_c \ldots A_a C_c ; B_1 C_1 \ldots B_b C_1 , \ldots B_1 C_c \ldots B_b C_c .$$

Fisica. — *I fenomeni delle « stelle variabili » come prova della composizione della velocità della luce con quella della sorgente.* Nota del Corrisp. M. La Rosa [1].

L'estrema concisione che ho dovuto imporre alla mia comunicazione del 1° giugno, la brevità e la rapidità della discussione che la seguì hanno lasciato in alcuni delle incertezze sulla portata della mia ricerca. Di esse si è reso interprete il prof. Castelnuovo, nelle brevi osservazioni fatte nella stessa seduta intorno alla mia Nota [2].

Sento pertanto forte il bisogno di tornare sull'argomento, per fornire alcuni chiarimenti che reputo indispensabili, a fine di orientare bene l'opinione di quei lettori, che non hanno un'adeguata preparazione fisica, specialmente nel campo degli studî spettrali.

La questione che m'interessa di chiarire è quella della convenienza, o meno, di appoggiarsi direttamente sulle misure delle variazioni *delle velocità radiali* — delle componenti di una stella doppia — piuttosto che sulle *variazioni di luce « giacchè queste possono dipendere da svariate cause fisiche a noi parzialmente ignote »*.

In primo luogo mi permetto di notare che oggetto delle mie considerazioni non sono le stelle conosciute in modo certo come « doppie » ma le « stelle variabili », comprese le « nuove » finora osservate.

[1] Pervenuta all'Accademia il 25 agosto 1923.

[2] Tanto la mia Nota quanto le osservazioni del prof. Castelnuovo sono comparse nel fasc. 12° del 1° sem. anno corrente.

Si tratta di alcune *migliaia* di stelle, che presentano cambiamenti periodici della grandezza apparente, cambiamenti che in qualche caso possono giungere a tale entità da equivalere ad un salto di ben *nove classi* (X Cygni) nella scala [1] delle grandezze.

Di esse poche decine — 45 in tutto — sono state riconosciute come « doppie ».

Per queste, e per queste soltanto, è stata data una spiegazione del « fenomeno di variabilità » (basata sull'occultazione periodica di una delle due componenti per parte dell'altra) la quale non dà conto di tutti i particolari osservati [2].

Per le « variabili » rimanenti, l'Astronomia non era fino ad oggi riuscita a dare la più lontana giustificazione; malgrado i progressi notevoli che questa scienza ha realizzato negli ultimi tempi, con l'applicare le conoscenze e i metodi della Fisica; e malgrado il grandioso rinnovamento concettuale propugnato da Einstein e seguaci.

Ora il fine del mio lavoro era, ed è, proprio questo: mostrare il perfetto e completo accordo fra le facili previsioni teoriche che dall'ipotesi balistica discendono e i particolari più minuti che l'osservazione ha fornito in questo campo di fatti. La lettura della Memoria in estenso che sarà presto pubblicata potrà dare una giusta idea della forza di persuasione che scaturisce da questo fecondo confronto fra ipotesi e fatti.

Trascurare i cambiamenti di luce non significherebbe perciò trascurare un particolare, un accessorio del fenomeno, ma significherrebbe trascurare proprio il fenomeno che ho inteso e voluto studiare e che *per la prima volta* ha trovato una spiegazione.

Vero è che questa si fonda, oltre che sull'« ipotesi balistica », su quest'altra: che tutte le « stelle variabili » siano doppie, o meglio stelle più complesse [3]; ciò che implica la possibilità di estendere allo studio di tutte le « variabili » il metodo delle variazioni periodiche di velocità. Nondimeno il *cambiamento di luce* costituisce non solo il fatto più appariscente, più saliente, *macroscopico* presentato da tali sistemi stellari, ma proprio quello *di più semplice e di più sicura interpretazione.*

Non occorre che io insista sulle ragioni che rendono il cambiamento di luce tanto più appariscente del cambiamento di velocità. Le distanze immense

[1] Per farsi una giusta idea di tale cambiamento di grandezza apparente, si pensi che tutte le stelle visibili ad occhio nudo vengono distribuite nelle *prime sei* classi di questa scala.

[2] Un esame critico di questa spiegazione trovasi nella relazione completa delle mie ricerche, che sarà presto pubblicata nelle « Memorie della Società Astronomica Italiana ».

[3] Ciò che occorre ammettere è che ogni « variabile » possieda almeno una stella girevole attorno ad un centro.

che intercedono fra noi e le stelle fanno l'ufficio di una smisurata *moltiplica* che esagera enormente i supposti cambiamenti di velocità dei raggi emessi dall'astro mobile, anche se molto piccoli, col dar luogo a forti differenze fra i tempi di arrivo. Quel che importa, invece, è l'esame delle cause di incertezza che entrano in gioco nella misura e nell'interpretazione dei due ordini di cambiamenti; al qual fine è necessario mettersi sul terreno strettamente fisico.

Come tutti sanno, le velocità radiali delle stelle vengono dedotte da *misure di spostamenti* delle righe dei loro spettri, e la deduzione viene fatta attraverso un noto principio di ottica: il principio di Döppler. Ora chi ha pratica di spettroscopia indovina facilmente quanto debbano essere delicate ed aleatorie queste misure di piccoli spostamenti, su righe spesso molto deboli e sempre espanse. Chiunque si può convincere dell'esattezza di questa mia affermazione scorrendo un po' di letteratura su questo genere di osservazioni: egli rileverà le grandi oscillazioni fra le misure fatte su una stessa riga da autori diversi, o dallo stesso autore su righe differenti dello stesso spettro; rileverà la complessità della costituzione di molte righe, e la difficoltà di interpretarla.

Se oltre a ciò si tiene presente che altri fattori *influiscono in modo certo* sul valore di questi spostamenti, come la *pressione* che domina nello strato (di gas o vapore) emittente, la velocità di questo strato rispetto alla superficie dell'astro al momento dell'osservazione, le eventuali influenze del campo magnetico ed elettrico, difficili a sceverare su righe espanse, un sempre discutibile intervento della temperatura e della dispersione anomala, si comprende quale e quanta sia l'incertezza che regna in questo campo di ricerche.

Ma vi è ancora di più. Per potere dedurre dalle misure degli spostamenti i valori delle velocità radiali, occorre che sia risoluta una grave questione, che il prof. Castelnuovo stesso ci ricorda: la difficoltà che incontra il principio di Döppler nell'ipotesi balistica.

Applicare *a priori* questo principio a questi spostamenti — così come finora si è fatto — significa implicitamente ammettere *a priori* che la velocità di propagazione della luce sia indipendente dal moto della sorgente, cioè respingere *a priori* l'ipotesi balistica.

Ammettere *provvisoriamente* questa significa non solo riguardare come incerta l'interpretazione degli spostamenti delle righe; ma mettere perfino in dubbio l'affermazione — ritenuta fin qui indiscutibile — che le stelle per le quali è stato osservato lo sdoppiamento periodico delle righe siano delle « doppie »; poichè le due righe componenti potrebbero esserci date da raggi emessi in momenti diversi, da una stessa stella girevole (componente di un vasto complesso).

Ad ogni modo volendo anche prescindere da queste difficoltà di tecnica e di concetto contro cui urta la determinazione delle velocità radiali, con-

cesso anzi che questa possa farsi con assoluta esattezza, resta a vedere quale criterio ci permetterà di sceverare *gli eventuali mutamenti della velocità di propagazione dei raggi luminosi, dai mutamenti della velocità radiale della stella.*

Il fatto preveduto da Comstock e Castelnuovo *non può costituire elemento di disamina* nel dibattito intorno alla fondatezza delle due ipotesi sulla velocità della luce: la balistica e l'einsteiniana.

Infatti il confronto dei due intervalli di tempo che decorrono fra gli istanti di osservazione di tre passaggi consecutivi per le posizioni di quadratura, alle quali corrispondono i minimi ed i massimi della velocità radiale, potrebbe servire a decidere fra le due ipotesi solamente quando si sapesse in modo certo che il moto della stella (o della componente) osservata abbia luogo secondo *un'orbita esattamente circolare*; poichè solo allora essi risulterebbero uguali, nel caso in cui la luce si propagasse con velocità costante.

Le osservazioni che già possediamo ci conducono invece a ritenere che le orbite di queste doppie siano in generale ellissi, e di non piccola eccentricità. Allora — è quasi superfluo avvertirlo — le posizioni nelle quali la velocità radiale prende il minimo ed il massimo valore — tenendo conto che la velocità tangenziale è variabile lungo l'orbita — dipendono dall'inclinazione degli assi dell'ellissi rispetto al raggio visuale e non coincidono in generale con le posizioni di quadratura; esse non dividono l'orbita in due archi uguali, e *però tanto meno possono risultare uguali i tempi* che intercedono *fra* i momenti in cui l'osservatore terrestre determinerà *tre passaggi consecutivi della velocità radiale per valori massimi e minimi.* E tutto ciò tenendo sempre ferma l'ipotesi della costanza della velocità della luce.

Quel che ci resta di fare è dunque affidarci proprio al metodo dei « cambiamenti di luce » non senza esserci assicurati dell'attendibilità dei risultati a cui esso ci può condurre. Per la qual cosa dobbiamo cercare quali altre cause possano produrre o modificare questo fenomeno della « variabilità », oltre al cambiamento periodico della velocità della luce, da noi ammesso, con l'ipotesi della composizione di questa con la velocità della sorgente.

Ora qui credo che si possa tranquillamente affermare che la scienza fin oggi non ha saputo seriamente trovare una sola di queste cause ignote. Basta leggere la raccolta numerosa e veramente bizzarra di ipotesi infruttuosamente escogitate per spiegare i fenomeni delle « stelle variabili », per farsi un concetto chiaro e solido della estrema inconsistenza di questi fattori dei cambiamenti di luce che *la fantasia* ha creati. I più poderosi sforzi di ingegni acuti, armati da un bagaglio non comune di cultura, attraverso parecchie generazioni di astronomi si sono infranti contro questo problema delle cause della « variabilità delle stelle » [1].

[1] Una breve esposizione di queste ipotesi si trova nella mia Memoria avanti ricordata.

Allo stato attuale delle nostre conoscenze i *colossali cambiamenti* di luce che osserviamo su migliaia di stelle, non possono dipendere da nessuna delle cause *scientificamente* o *ragionevolmente pensabili*; è dunque lecito affermare che il nostro metodo è di applicazione legittima, almeno fino a prova contraria.

Concludendo: il metodo dei cambiamanti di luce non è *solamente preferibile* all'altro per le difficoltà sopra ricordate: ma è proprio *il solo che possiamo adoprare*, se vogliamo servirci dei grandi fenomeni del cielo (dai quali possiamo aspettarci una risposta decisiva) per dare un serio fondamento di fatto alle ipotesi intorno alla velocità di propagazione della luce.

Quanto alla questione generale, mi permetto di insistere sulla mia opinione e cioè: che alla stregua dei *fatti fisici* fino a questo momento conosciuti l'ipotesi balistica merita maggiore confidenza di ogni altra.

Come la « relatività ristretta », l'ipotesi balistica coordina e spiega il vasto complesso di fatti ottici ed elettromagnetici noti fino alla esperienza di Michelson e Morley (e le analoghe); e li spiega in modo spontaneo, semplice e piano, senza capovolgimenti catastrofici, in perfetta armonia con i concetti classici, con un'estensione concettuale *facile a concretarsi in una precisa immagine fisica*; vantaggi tutt'altro che disprezzabili dal punto di vista della *Fisica concreta*.

Ma mentre la « relatività ristretta » (come anche la generale) in circa vent'anni di vita ha dimostrato un valore euristico presso che nullo, poichè cristallizzata nella sterile contemplazione del « conosciuto » non ci ha saputo dare la più tenue guida nella quotidiana fatica per l'esplorazione del vasto campo dell'*ignoto*, l'ipotesi balistica ci ha permesso di un sol colpo, e nel modo più facile, diretto e spontaneo, di affondare lo sguardo nella costituzione dei mondi lontani, attraverso la spiegazione di tutto un vasto gruppo di fatti presentati da migliaia e migliaia di stelle, fatti che fino ad oggi costituivano un enigma, ribelle ai molteplici tentativi di interpretazione.

È questo un indiscutibile vantaggio che dà all'ipotesi balistica diritto di cittadinanza nella Scienza, in un posto almeno uguale — per il momento — a quello tenuto da altre, meno semplici e chiare, meno utili e feconde. I frutti che essa non mancherà di dare — ne sono profondamente convinto — segnatamente nel campo dell'astronomia, la porteranno presto al primo posto.

La sola difficoltà che essa deve superare è quella relativa al principio di Döppler; difficoltà che deriva da sorgenti assai profonde, dalla sua inconciliabilità con la classica immagine dell'etere. Ma su questo punto spero di potere presto portare un contributo di assestamento.