

ATTI
DELLA
REALE ACCADEMIA DEI LINCEI
ANNO CCCXIV.

1917

SERIE QUINTA

RENDICONTI

Classe di scienze fisiche, matematiche e naturali.

VOLUME XXVI.

1° SEMESTRE.



ROMA
TIPOGRAFIA DELLA R. ACCADEMIA DEI LINCEI

PROPRIETÀ DEL DOTT. PIO BEFANI

1917

Astronomia. — *Per una verifica sperimentale della teoria di relatività di Einstein.* Nota di GIOVANNI ZAPPA, presentata dal Socio E. MILLOSEVICH.

È noto che una delle conseguenze che Einstein ha tratto dalla sua teoria generale della *relatività*, ed anche da ipotesi più limitate, è l'azione che subisce un raggio luminoso in un campo gravitazionale. Precisamente, se un raggio luminoso traversa un campo in cui valga il potenziale di gravitazione $\frac{K^2 M}{r}$, esso subisce una deviazione totale di

$$\alpha = \frac{4K^2 M}{c^2 r}$$

dove K è la costante di gravitazione e c è la velocità della luce, ed r sarà la minima distanza del raggio luminoso dalla massa M .

Se si usano le unità astronomiche, si ha

$$K = 0,01720$$

$$c = 172.8,$$

e indicando con β l'angolo sotteso da r per un osservatore situato sulla terra e Δ la distanza dalla terra della massa M , per β' piccolo, espresso in primi, si ha in secondi:

$$\alpha'' = \frac{M}{\beta' \Delta} \times 28,10.$$

Il senso della deviazione è quello di aumentare β .

Einstein stesso ha richiamato l'attenzione degli astronomi sulla convenienza di tentare la verifica sperimentale del fenomeno misurando la deviazione di posizioni stellari in vicinanza del sole, durante gli eclissi totali.

Il raggio del sole è di $16'$ alla distanza 1, quindi una stella al bordo solare deve subire, secondo Einstein, una deviazione di $1''.76$, a $4'$ dal bordo di $1''.4$, a $10'$ di $1''.1$, a $16'$ di $0''.9$, a $32'$ di $0''.6$ e così via.

Se si considerano le distanze di due stelle equidistanti dal sole e collocate l'una da una parte, l'altra dall'altra di esso, allineate col centro, si hanno numeri doppi dei precedenti. In generale la distanza di due stelle, la cui congiungente passi a d minuti primi dal centro del sole, sarà modificata di

$$\alpha'' = 28,10 \left(\frac{\sqrt{\beta_1^2 - d^2}}{\beta_1^2} \pm \frac{\sqrt{\beta_2^2 - d^2}}{\beta_2^2} \right)$$

dove β_1 e β_2 sono le distanze dal centro del sole delle due stelle sempre

in minuti primi e vale il segno $+$ se le stelle sono situate da parti opposte della normale dal centro del sole alla loro congiungente, il segno $-$ in caso contrario.

Il dott. Freundlich ⁽¹⁾ e il prof. Curtis ⁽²⁾ esaminarono subito le lastre, fino allora ottenute, da varie spedizioni fotografando le regioni intorno al sole durante eclissi totali, ma non ne trovarono nessuna che potesse dare le posizioni delle stelle con la precisione sufficiente. Si trattava di fotografie ottenute con uno scopo diverso, quello della ricerca del pianeta intramercu-riale; tra l'altro esse presentavano le immagini stellari allungate, perchè il moto della macchina era stato regolato sul moto del sole.

Gli stessi astronomi si accinsero ad eseguire fotografie adatte durante l'eclisse del 1914 in Russia, ma l'uno, tedesco, fu impedito di impiantare i suoi strumenti per lo scoppio della guerra; l'altro, americano, li impiantò, ma tra essi ed il sole vide interpersi al buon momento le nubi.

Oggi, dopo sei anni dal primo richiamo di Einstein, non si ha ancora la risposta dell'esperienza. Non si tratta di cosa di poco momento. Ottenute che si abbiano le fotografie adatte, si dovrà discutere un complesso di fenomeni che possono alterare le posizioni delle stelle in quelle condizioni, come rifrazione dovuta alla corona solare, anomalie di rifrazione della nostra atmosfera per la quale l'eclissarsi del sole è una causa di perturbazione, ecc. ecc. Già il prof. Courvoisier ⁽³⁾ ha trovato deviazioni sistematiche nella posizione degli astri osservati non lontani dal sole: Così per osservazioni di Venere a 6° dal sole di circa $0''.5$, a 11° di circa $0''.2$, di stelle lucenti a circa 25° dal sole di circa $0''.2$ sempre nella distanza dal sole, che appare aumentata. Si tratta, è vero, di osservazioni visuali, eseguite in condizioni del tutto diverse; ma, prescindendo da qualunque spiegazione, qualche cosa di analogo è da aspettare anche nelle posizioni fotografiche di stelle tanto più vicine al sole, sia pure eclissato.

Nell'intento di giungere più rapidamente a raccogliere il materiale necessario per verificare l'esistenza dell'effetto di Einstein, A. F. e F. A. Lindemann ⁽⁴⁾ hanno proposto di recente di fotografare i dintorni del sole fuori dell'eclisse; ma se essi soggiungono cose interessanti per chi voglia ottenere immagini fotografiche delle stelle durante il giorno, non mostrano davvero la possibilità di poter riuscire in una impresa così difficile come quella che essi propongono. Noi riportiamo nel quadro seguente le stelle non più deboli di 4^m che hanno una massima vicinanza al sole inferiore o di poco superiore ai due gradi. Per ciascuna diamo la misura appunto della minima distanza dal centro del sole e quindi il valore massimo per esse dell'effetto di Einstein,

⁽¹⁾ *Astronomische Nachrichten*, vol. 193, pag. 369.

⁽²⁾ *Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, vol. 35, pag. 77.

⁽³⁾ *Beobachtungs-Ergebnisse der K. Sternwarte zu Berlin*, n. 15.

⁽⁴⁾ *Monthly Notices of the R. A. S.*, vol. 77, pag. 140.

poi l'indice del colore, desunto dallo spettro, di cui riportiamo il tipo, secondo le misure di King e Schwarzschild, ma posto uguale a zero l'indice relativo al tipo A0 (King) ed infine la grandezza stellare. Vi aggiungiamo la grandezza delle stelle più lucenti di 6^m.6 che possono capitare su una lastra quadrata di due gradi di lato con una delle suddette in centro e la loro distanza da queste.

STELLA PRINCIPALE						COMPAGNE	
Nome	Gr.	Sp.	I. C.	Dist sol.	Eff. Ein.	Gr.	Dist. princ.
ρ Geminorum . . .	^M 3.2 ... ^M 4.2	Ma	+ 1.9	54'	0".5	^M 6.5	46'
μ Geminorum . . .	3.2	Ma	+ 1.9	50'	0".6	nessuna	
δ Geminorum . . .	3.5	F0	+ 0.3	11'	max	6.5	76'
α Leonis	1.3	B8	- 0.1	29'	1".0	nessuna	
ρ Leonis	3.8	B0p	- 0.3	10'	max	5.9	51'
β Virginis	3.8	F8	+ 0.6	45'	0".6	nessuna	
η Virginis	4.0	A0	0.0	90'	0".3	6.1	19'
α Virginis	1.2	B2	- 0.3	133'	0".2	nessuna	
α Librac	2.9	A2	0.0	21'	1".3	5.5	4'
δ Scorpii	2.5	B1p	- 0.3	121'	0".2	nessuna	
β Scorpii	2.9	B1	- 0.3	62'	0".4	5.5	0'.2

Si apprende così che una sola stella più lucente di 2^m.9 si avvicina al sole tanto da dare un effetto di Einstein non piccolo, ma che essa non ha nessuna stella di luminosità non inferiore alle 6^m.5 nei limiti di distanza suddetti. Si apprende che solo sei stelle hanno una compagna ed una sola negli stessi limiti e sempre più debole della 5^m.0. Certamente anche con cannocchiali a lungo fuoco, come di necessità occorrono, si possono usare lastre alquanto maggiori di quelle con 2 gradi di lato; ma comunque, anche quando si avesse un successo impensato nelle fotografie, mancherebbero sempre gli elementi indispensabili per una riduzione delle misure. In nessun modo possono soccorrere i metodi di riferimento proposti dai Lindemann e nemmeno si può sperare che riferendo la stella vicina al sole, ad una di eguale altezza a circa 180° d'azimut con un telescopio zenitale, si abbia una posizione scevra da errori dell'ordine del secondo d'arco, pur supposto che ci si possa metter nelle condizioni di vedere o fotografare almeno Regolo (1).

(1) I risultati di un tentativo di tale osservazione sarebbero pur sempre istruttivi, quando si prendessero le necessarie cure e ci si mettesse in condizioni eccezionalmente buone.

Ma fortunatamente vi è un'altra circostanza in cui si può tentare di mettere in luce l'effetto di Einstein con qualche probabilità di successo.

Applichiamo la formola data in principio a Giove; e lo possiamo fare perchè per Giove, più ancora che per il sole, è soddisfatta la condizione che sia $\frac{2K^2M}{c^2}$ piccolo rispetto ad r . (Difatti $\frac{2K^2M}{c^2}$ vale per il sole 3 Km. e per Giove 3 m., mentre r è per il sole 10^5 Km. e per Giove 10^4 Km.). Allora tenendo conto che per Giove $M = 10^{-3}$ $\Delta\beta' = 10^{-1}$, il doppio dell'effetto di Einstein, cioè l'alterazione nella distanza di due stelle presso il lembo di Giove, allineate col suo centro e simmetriche rispetto ad esso, è di

$$0''.035$$

che, quando si considerino stelle a circa un decimo del diametro dal lembo, cioè 4" ... 5" quando Giove è in opposizione, diviene quasi esattamente

$$0''.03.$$

Così se noi fotografiamo una stella che sia per essere occultata da Giove con occultazione centrale o quasi centrale (diciamo più esattamente, con una minima distanza, dal centro del pianeta, inferiore alla metà del raggio), quando è a 4" o 5" dal disco, prima e dopo del fenomeno su una stessa lastra, spostata di una grandezza arbitraria d , intorno ai 5 mm. che sarà rivelata esattamente dallo spostamento di tutte le stelle che vi compaiono, dovremo trovare le due immagini, se esiste l'effetto di Einstein, distanti di

$$d + 0''.03.$$

A un decimo del diametro di Giove dal suo lembo è certamente nulla la rifrazione dell'atmosfera del pianeta.

Ci troviamo dunque di fronte a misure che offrono la stessa difficoltà di quelle per determinare la parallasse della maggior parte delle stelle prese in considerazione per tale determinazione, con la differenza che per noi si tratta di comparare due posizioni prese con l'intervallo di alcune ore, e non di alcuni mesi.

Sulla stessa lastra potremo ottenere parecchie immagini della stella che si occultata, anche a distanze dal lembo maggiori della suddetta, per esempio fino ad una distanza uguale al raggio, 25" in opposizione, alla quale l'effetto di Einstein sarà poco meno di 0''.02.

Pensiamo da ultimo che nelle buone determinazioni di parallasse di singole stelle si ottiene un errore probabile di 0''.01, che è come dire nella misura dello spostamento angolare al massimo di 0''.014, e che in quelle delle parallasse medie di determinati aggruppamenti di stelle si tenta di avere una precisione notevolmente maggiore, alla quale si può giungere nei

riguardi degli errori sistematici solo con una effettiva maggior precisione nelle misure; pensiamo d'altra parte che con l'andar del tempo si possono prendere in considerazione diverse occultazioni, ed acquisteremo la convinzione che nel modo descritto ci può esser dato di mettere in luce l'effetto di Einstein. Ma, senza dubbio, ad affermarne l'esistenza varranno i risultati concordi delle osservazioni negli eclissi totali e nelle occultazioni prodotte da Giove.

Botanica. — *Prime osservazioni sulla distribuzione degli Imenomiceti unicoli e sui loro probabili rapporti colle micorize ectotrofiche delle fanerogame* (¹). Nota del dott. BENIAMINO PEYRONEL, presentata dal Socio G. CUBONI.

Durante le mie ricerche sulla flora micologica di Val Germanasca, nelli Valli Valdesi del Piemonte, e più specialmente di Riclaretto, mio paese natio, ho avuto l'occasione di fare alcune osservazioni che mi sembrano in stretta relazione con le nostre attuali conoscenze sulle micorize e che, a mio avviso, gettano una luce assai viva sulla questione della natura specifica dei funghi che producono le micorize stesse.

Le mie ricerche non avendo avuto di mira in modo particolare tale argomento, ma piuttosto in generale la distribuzione della flora micologica montana a seconda del variare dei fattori mesologici, s'intende che tali osservazioni, da me fatte specialmente durante la stagione estiva di questi ultimi anni, sono ancora frammentarie e incomplete, e dovranno essere proseguite con maggior metodo e precisione, avendo di mira il problema sopra accennato. Mi sembra tuttavia opportuno renderle di pubblica ragione, richiamando l'attenzione dei naturalisti, e particolarmente dei micologici, sul grande interesse che, da vari punti di vista, presentano gli studi di micogeografia, finora, e specialmente in Italia, quasi affatto trascurati.

Onde rendere più chiara l'esposizione dei fatti che ci interessano, non sarà fuori luogo premettere un brevissimo cenno sulla natura del suolo e sulla flora fanerogama di Riclaretto.

È questo un comunello montuoso di Val Germanasca che prende il suo nome dal torrentello che lo bagna, il Riclaretto o meglio, come si scriveva una volta, Rioclaretto, così chiamato per la perenne limpidezza delle sue acque, scorrenti in un letto molto accidentato, scavato in massima parte nella viva roccia.

I confini naturali di Riclaretto (quelli politici sono un po' più ampi) sono segnati al nord dal corso della Germanasca, e dalle altre parti dalle

(¹) Lavoro fatto nella R. Stazione di Patologia vegetale di Roma.