

## SULL'EFFETTO EINSTEIN (\*)

TITO FRANZINI e MARIO GALLI

SUMMARY. — Auctores conati sunt novo experimento theoriam relativitatis confirmare iuxta quam lux corpore magna vi gravitatis attracto emissa aliquantulum immutatur. Item qua de causa hoc aliaque experimenta ad eundem finem perfecta incassum cesserint explicare nituntur.

Lo spostamento delle righe spettrali di una sorgente luminosa posta in un campo gravitazionale rispetto ad un osservatore posto nello stesso campo in un punto a potenziale gravitazionale diverso da quello della sorgente, è stato oggetto di note e numerose ricerche con risultati incerti. In particolare le osservazioni eseguite sulle righe spettrali solari, secondo alcuni autori, avrebbero dimostrato l'esistenza dell'effetto Einstein, secondo altri lo escluderebbero <sup>(1)</sup>. Effettivamente i risultati ottenibili sono appena al di qua dei limiti degli errori sperimentali, così che è difficile poter dare un valore probativo ad essi.

Abbiamo pensato alla possibilità di mettere in evidenza l'effetto Einstein con campi di forza centrifuga, ossia osservando righe spettrali di una sorgente centrifugata con dispositivi di osservazione posti al centro della piattaforma rotante. Che un campo di forza centrifuga si comporti a tutti gli effetti come un campo gravitazionale, ci pare possa ammettersi senz'altro <sup>(2)</sup>.

(\*) Nota presentata dall'Accademico Pontificio Giovanni Giorgi il 29 gennaio 1946.

<sup>(1)</sup> Cfr. SCHWARZSCHILD, «Berl. Ber.», 1914, pag. 1201. GREBE e BACHEM, «ZS. f. Phys.», 2, 421. EVERSLED, «Observatory», 43, 158; 46, 299. ST. JOHN, «ZS. f. Phys.», 21, 159; «Mit. Wils. Contrib.», 278; «Astrophys. Journ. Julius, ZS. f. Phys.», 27, 23. PRINGSHEIM, «Physik der Sonne», pag. 273.

<sup>(2)</sup> Cfr. EDDINGTON A., *Space, temps et Gravitation* (Versione francese), pag. 78-95.

La difficoltà di realizzare un'esperienza del genere ci ha condotti in un secondo tempo a studiare il dispositivo seguente. Un piccolo tubo di Plücker è posto, ad una trentina di centimetri dall'asse di rotazione, in un tubo di ottone, munito di opportuna finestra, rotante con frequenza superiore a 200 giri al secondo. La luce di esso è osservata parallelamente all'asse di rotazione con uno spettrografo munito di reticolo a gradinata. L'accensione del tubo di Plücker è ottenuta ponendo a massa un elettrodo, mentre l'altro striscia per circa  $\frac{1}{30}$  di giro su di un contatto fisso, così che il tubo s'accende fortemente sopravoltato, quando passa davanti alla fenditura del collimatore dello spettrografo.

La gradinata usata come strumento interferenziale è quella grande dell'Istituto Fisico di Arcetri, costruita da HILGER e composta da 40 lastre dello spessore di 8,466 mm. ciascuna. Le osservazioni sono state fatte su diverse righe spettrali. Le frange riprodotte nella seguente nota sono relative alla riga verde del mercurio ( $0,5461 \mu$ ). Fotografando nella stessa lastra le frange ottenute con il tubo di Plücker fermo e quelle ottenute con il tubo di Plücker rotante, non si riscontra nessun apprezzabile spostamento delle frange.

Il dispositivo non è scevro da critiche. Infatti non osiamo affermare che l'asse di rotazione possa costituire un ponte di passaggio fra il sistema rotante (sorgente). Se il sistema fisso (osservatore), così che si possa parlare di una differenza di potenziale centrifugo fra di essi e porre il valore di tale differenza di potenziale nella consueta formola dell'effetto Einstein.

Indipendentemente da questa e da altre considerazioni, ci pare però che il risultato negativo dell'esperienza sia perfettamente giustificato da una osservazione fatta da GIORGI<sup>(1)</sup> a proposito di esperienze sullo spostamento di righe di origine stellare. Se il cronometro stellare (atomo emittente), è trattenuto nel campo gravitazionale, esso dovrà risentire in pieno la forza di gravitazione e quindi ritardare. Se esso invece cade liberamente, per il principio di equivalenza, deve considerarsi sottratto all'azione del campo gravitazionale e quindi dovrà andare d'accordo con il cronometro terrestre. Nel caso di atomi dell'atmosfera stellare è evidente che fra un urto e l'altro, essi cadono, ossia hanno

---

(1) GIORGI G., « Rend. Linc. », 23, 824, a. 1936.

un'accelerazione in direzione del campo gravitazionale del sole che annulla l'influenza del campo stesso.

Analogamente nel nostro Plücker centrifugato gli atomi emittenti non sono solidali con il sistema rotante: fra un urto e l'altro contro le pareti e contro atomi essi si muovono in linea retta, ignorando completamente lo sforzo centripeto al quale è sottoposto l'insieme del tubo, e quindi sono sottratti all'eventuale azione di ritardamento temporale per effetto Einstein.

Si potrebbe pensare ad un possibile effetto Einstein degli atomi emittenti negli istanti in cui urtando contro le pareti o contro gli altri atomi, ricevono da questi degli impulsi aventi una componente centripeta media del valore  $m\omega^2 r \frac{T}{n}$ , ma di durata molto minore di  $T/n$ , essendo  $m$  la massa di un atomo emittente,  $n$  il numero medio di urti durante il tempo  $T$  (periodo della rotazione). E poichè la durata effettiva di ciascuno di questi impulsi è assai piccola rispetto al tempo  $T/n$  che interviene fra due urti consecutivi, l'energia della radiazione osservata a frequenza diminuita risulta del tutto trascurabile rispetto all'energia emessa dall'oscillatore atomico fra un urto e l'altro e osservata con frequenza inalterata.

Sentiamo il dovere di ringraziare sentitamente i professori GIORGI e STRANO, che più volte da noi interpellati ci sono stati cortesi di schiarimenti e consigli.