



Emanuele T (EcoTan)

BREVI NOTE SULL'ABERRAZIONE STELLARE

27 March 2014

Notizie generali

L'aberrazione stellare è un fenomeno periodico legato alla rivoluzione della Terra attorno al Sole. Essa fu scoperta da Bradley nel 1725 e fu subito correttamente interpretata come una conseguenza della velocità della luce, di cui si aveva una cognizione ancora recente.

L'affermazione galileiana che la Terra si muove attorno al Sole, grazie all'aberrazione stellare ebbe la sua conferma oggettiva nel riferimento delle stelle fisse.

Di che cosa parliamo

Una medesima stella fissa, osservata in diverse stagioni dell'anno, richiede puntamenti del cannocchiale lievemente diversi (ovviamente, dopo aver tenuto nel debito conto gli altri effetti, come la rotazione terrestre e lo spostamento o parallasse). L'aberrazione è l'angolo di cui dobbiamo deviare il cannocchiale rispetto alla direzione vera di una stella, se vogliamo mantenere la stella esattamente al centro del campo visivo.

Se la suddetta correzione non viene effettuata, ogni stella descrive nel corso dell'anno una piccola ellissi apparente, il cui centro è la posizione vera. Tutte queste ellissi hanno eguale diametro maggiore, mentre il diametro minore dipende dalla declinazione, che è l'angolo che la congiungente Terra-stella forma col piano dell'orbita terrestre. Le stelle appartenenti a tale piano descrivono ellissi talmente schiacciate da ridursi a un segmento; in tal caso la stella passa per il centro due volte all'anno, allorché la velocità della Terra è diretta esattamente verso la stella, in avvicinamento o in allontanamento, e l'aberrazione è nulla.

Possiamo paragonare l'aberrazione all'effetto "pioggia sul finestrino": è noto che la pioggia, osservata da un treno in movimento, sembra cadere obliquamente, pertanto ci porterebbe a valutare in modo errato la posizione della nuvola da cui essa proviene.

Quanto vale

Mentre guardo una stella, posta a una distanza D , ricevo adesso la luce che la stella ha emesso D/C secondi prima, se C è la velocità della luce. Ma in quel momento la stella si trovava spostata indietro di vD/C metri, se v è la sua "velocità", pertanto l'immagine che mi giunge è quella relativa a tale posizione, mentre la posizione vera della stella è quella che essa occupa adesso. E' chiaro che, trattandosi di una stella fissa, la sua "velocità" è in realtà l'opposto della velocità terrestre, e che non tutta la velocità della stella influisce sull'aberrazione, ma solo la sua componente trasversale,

cioè la sua proiezione sulla volta celeste, ovvero l'opposto della componente della velocità della Terra perpendicolare alla congiungente Terra-Stella. La componente di avvicinamento o allontanamento non crea aberrazione; essa dà invece il massimo contributo ad un altro fenomeno ottico, che è l'effetto Doppler. Anche i movimenti dell'osservatore dovuti alla rotazione terrestre contribuiscono all'aberrazione, ma in misura quasi trascurabile. La massima aberrazione, espressa in radianti, risulta dal rapporto fra la velocità della Terra e la velocità della luce, e corrisponde a 20,47 secondi di grado. Essa viene detta "costante di aberrazione" ed è l'angolo sotto cui vediamo il semi-diametro maggiore delle piccole ellissi apparenti di cui abbiamo già parlato. L'aberrazione dipende dalla stagione dell'anno e dalla posizione della stella sulla volta celeste, ma non dipende dalla distanza della stella, diversamente dalla parallasse.

La formula per l'angolo di aberrazione α è

$$\alpha = \arctan \frac{v}{C}$$

Una autocritica

Il ragionamento sopra esposto per determinare l'entità della aberrazione, non è che sia del tutto convincente: siamo partiti dalla situazione in cui la Terra sia fissa e la stella si muova con velocità v , mentre in realtà è il contrario. Se tento di evitare questo passaggio entro in difficoltà, forse perchè nel riferimento fisso le onde luminose ricevute dalla Terra in movimento, cesserebbero di essere sferiche. Rimarrebbe la possibilità di ragionare sul percorso dei raggi luminosi dal centro ottico dell'obiettivo all'oculare in un cannocchiale in moto. Il risultato comunque è corretto.

Aberrazione relativistica

La costante di aberrazione può sottoporsi alla correzione relativistica

$$k = \frac{1}{\sqrt{1 - \left(\frac{v}{C}\right)^2}}$$

Una formula dell'aberrazione è stata dimostrata da Einstein, proprio nella memoria del 1905 con cui veniva annunciata la teoria della relatività:

$$\cos \phi' = \frac{\cos \phi - \frac{v}{C}}{1 - \frac{v}{C} \cos \phi}$$

dove ϕ è l'angolo "vero" che la congiungente Terra-Stella forma con la direzione della velocità v della Terra mentre ϕ' è l'angolo "apparente" che il raggio luminoso in arrivo forma con la stessa direzione della velocità v della Terra.

Una "dotta" critica

Ho riletto la suddetta memoria, in una traduzione italiana, e devo dire che ho riportato fedelmente la formula, mentre ho rimaneggiato la descrizione degli angoli, perché quella originale non mi sembrava conducente. Dopo aver definito giustamente l'aberrazione come angolo fra la retta che

congiunge la Terra alla Stella, e la normale alle onde luminose in arrivo sulla Terra, proprio non capisco perché si dica che φ' è pari a tale angolo, mentre nella dimostrazione $\cos \varphi$ e $\cos \varphi'$ sono i coseni direttori delle due suddette rette, entrambi riferiti all'asse x che è diretto come la velocità v . Per giunta, subito dopo viene esemplificato il caso in cui $\varphi = \pi/2$, allorché la suddetta formula fornisce $\cos \varphi' = -v/C$. Con un coseno così piccolo, anche φ' risulta quasi retto, mentre le aberrazioni dovrebbero avere valori assai piccoli! (In pratica bisogna prendere il complemento.) Può darsi che, dovendo parlare di aberrazione, l'Autore o il traduttore (e i vari commentatori?) abbiano ritenuto di dovere introdurre qualche aberrazione anche nel parafrasare.. Ciò nulla toglie alla ineffabile novità e perfetta efficacia della dimostrazione stessa, la cui alta finalità teorica prevale certamente sui dettagli operativi.

P.S. post scriptum

L'aberrazione dipende dalla velocità della Terra rispetto alla Stella ma non dipende dalla velocità della Stella rispetto alla Terra. Questo può creare qualche imbarazzo quando si enuncia il principio di relatività come simmetria rispetto ad ogni osservatore. Un complesso studio su tale questione è stato pubblicato sul Web da Enrico Borghi.

Estratto da "<https://www.electroyou.it/mediawiki/index.php?title=UsersPages:Ecotan:l-aberrazione-stellare>"