

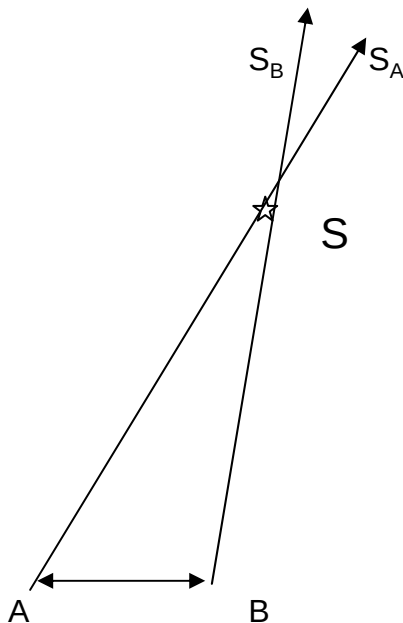
ABERRAZIONE STELLARE (1727) ESPERIMENTO DI MICHELSON (1881)

Ledo Stefanini

(versione di livello semplice)

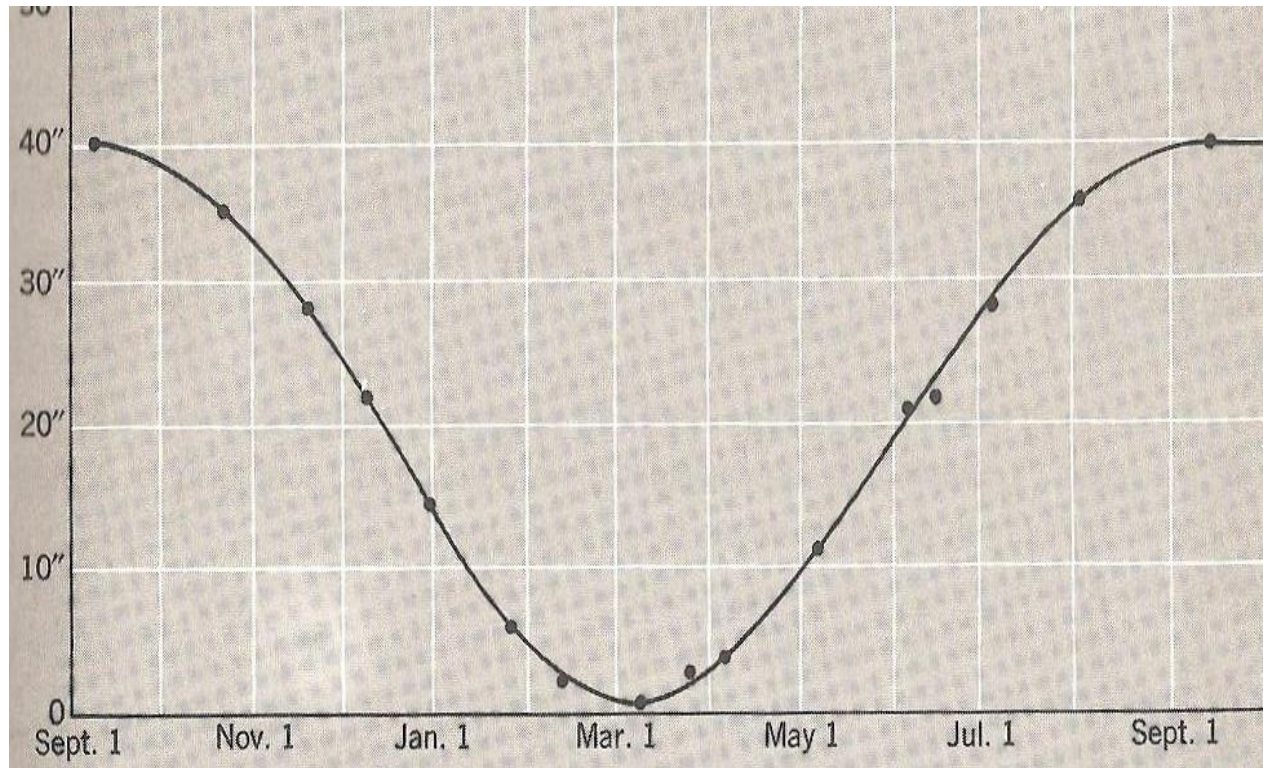
ABERRAZIONE STELLARE

- L'aberrazione della luce fu scoperta nel 1727 dall'astronomo James Bradley come risultato inaspettato della sua ricerca delle parallassi stellari. Egli osservò una variazione annuale delle posizioni apparenti delle stelle; ma questa variazione non era spiegabile come effetto di parallasse.

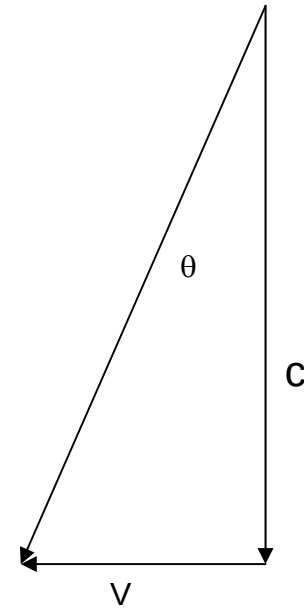
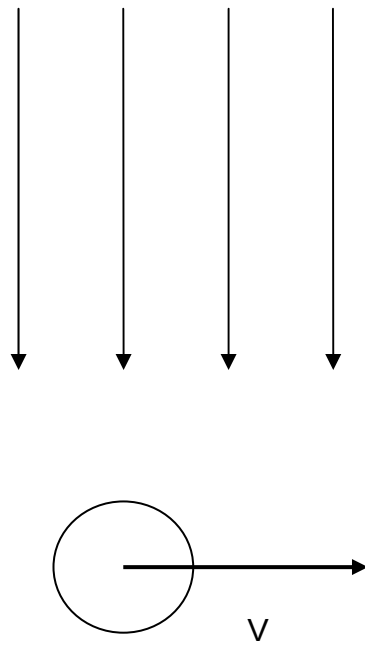


- Per comprendere che cosa accade pensiamo che la Terra si muova su un percorso rettilineo, invece che circolare, di moto armonico e che dalla Terra si osservi una stella S.

Aberrazione osservata per γ Draconis



- La spiegazione escogitata da Bradley per il fenomeno fu che lo spostamento della posizione della stella non dipende dalla *posizione* della Terra, ma dalla sua *velocità*.
- Consideriamo una stella che si trovi sulla verticale del piano orbitale della Terra. La luce che l'osservatore terrestre riceve (che consideriamo come costituita da corpuscoli che viaggiano con velocità c) è animata da due velocità: la velocità della luce c e la velocità orbitale della Terra V (in direzione opposta al moto della Terra).



- Ciò che l'osservatore terrestre osserva è uno spostamento periodico della stella in relazione alla *velocità* della Terra. Se la luce arriva perpendicolarmente al piano dell'eclittica, lo spostamento angolare è tale che

$$\tan \theta = \frac{V}{c}$$

- e poiché la velocità della luce è circa 10^4 volte maggiore della velocità orbitale della Terra,

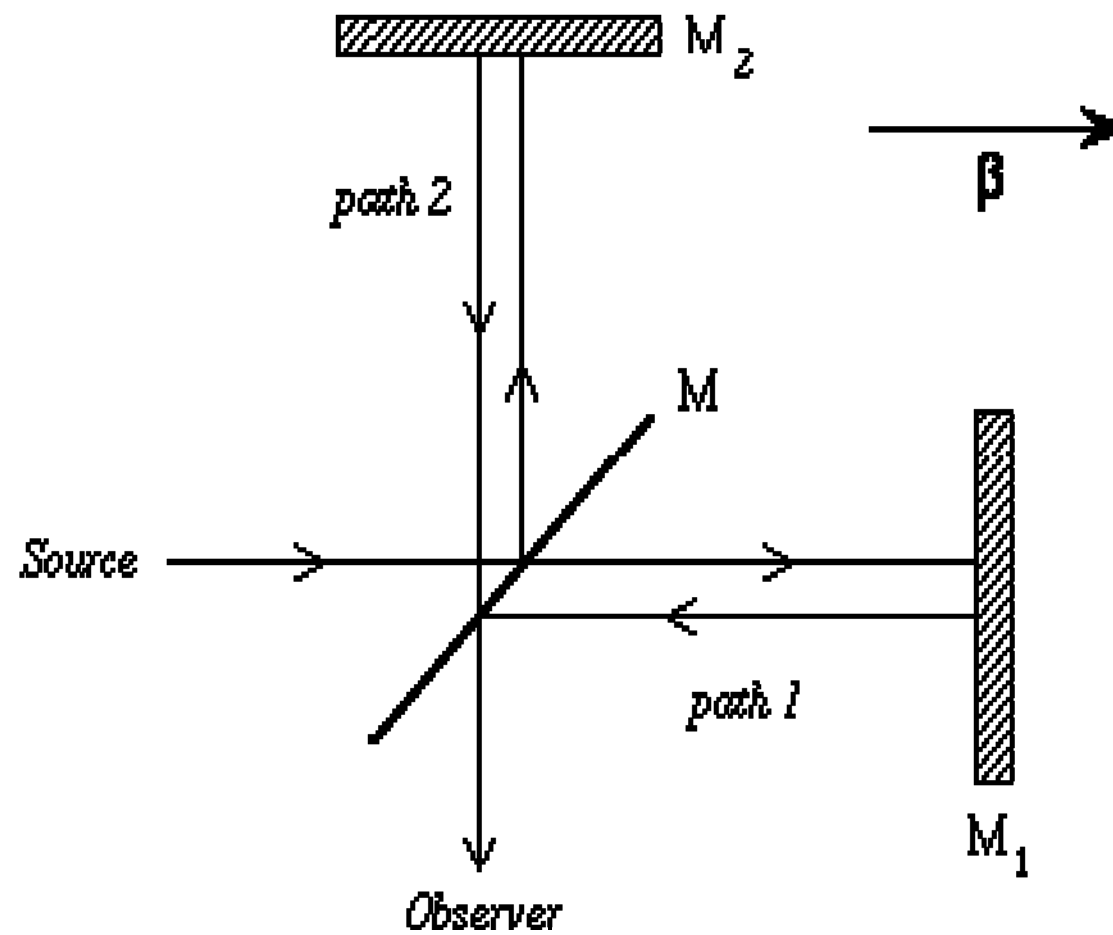
$$\theta \cong 10^{-4} \quad \Rightarrow \quad \theta \cong 21''$$

- Nel corso di sei mesi la velocità della Terra si inverte e quindi si ha un mutamento di posizione della stella di 42 secondi d'angolo.
- Questa fu la spiegazione data da Bradley al fenomeno da lui scoperto: dovuto alla composizione della velocità della luce con la velocità della Terra.

ESPERIMENTO DI MICHELSON E MORLEY

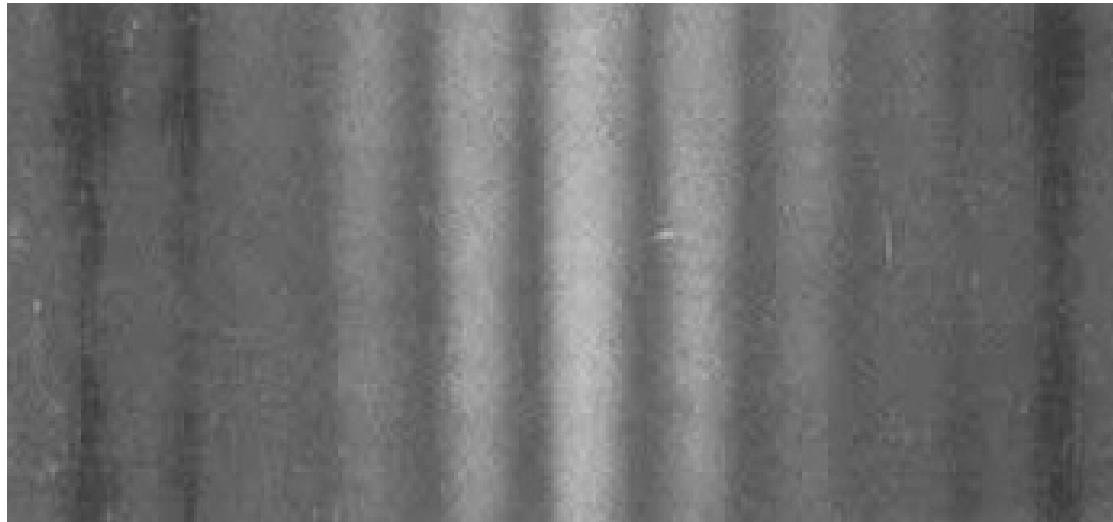
- Michelson, inventò uno strumento di straordinaria sensibilità per mettere in evidenza l'influenza del moto della Terra sulla velocità della luce: l'interferometro.

Figure A



- Una sorgente luminosa (a sinistra) invia un fascio di luce collimato che passa attraverso una lastra di vetro semiargentata (disposta a 45°) che lo divide in due: una parte prosegue nella primitiva direzione, una parte viene deviata ad angolo retto. I due fasci incidono su due specchi che li riflettono nella stessa direzione e tornano alla lastra semiargentata. Qui i due fasci vengono di nuovo riuniti e osservati attraverso un telescopio.

Ciò che si osserva è la figura di interferenza dei due fasci



- Mettiamo che, a causa del moto della Terra, spiri un vento d'etere da destra verso sinistra di velocità V . Per la particella di luce che percorre la traiettoria 1, la velocità all'andata sarà $c-V$ e al ritorno $c+V$.
- Il tempo impiegato nell'intero percorso sarà

$$T_1 = \frac{L}{c-V} + \frac{L}{c+V} = 2 \frac{cL}{c^2 - V^2} = \frac{2L}{c} \frac{1}{1 - \left(\frac{V}{c}\right)^2} \cong \frac{2L}{c} \left[1 + \left(\frac{V}{c}\right)^2 \right]$$

- Il tempo impiegato dalla particella che percorre la traiettoria 2 è semplicemente

$$T_2 = 2 \frac{L}{c}$$

che è minore del primo.

- Se le due particelle di luce partono simultaneamente dallo specchio semiargentato, ritornano in momenti diversi. Il ritardo dell'una rispetto all'altra è

$$\Delta T = T_1 - T_2 = \frac{2L}{c} \left(\frac{v}{c} \right)^2$$

- Ora, un intervallo di tempo si può esprimere anche con una distanza: quella percorsa dalla luce in tale intervallo. Nel nostro caso tale distanza è

$$2 L \left(\frac{V}{c} \right)^2$$

- Questa si può misurare in lunghezze d'onda e diventa

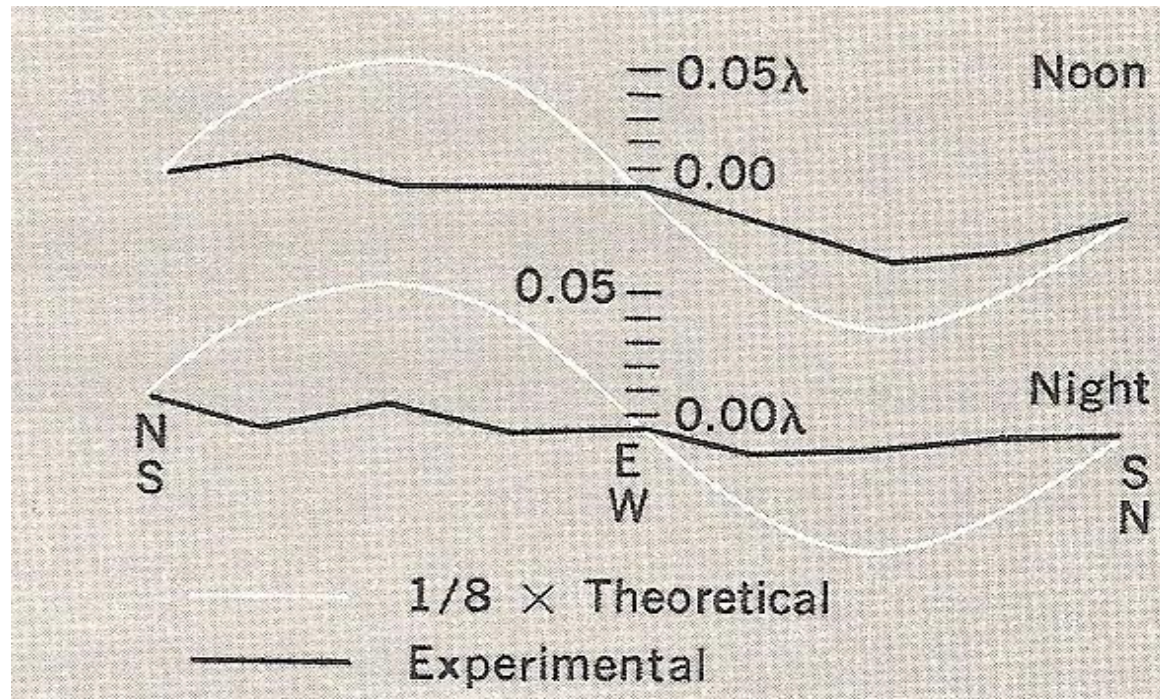
$$\frac{2 L}{\lambda} \left(\frac{V}{c} \right)^2$$

- Si immagini ora di ruotare l'intero sistema di 90° , in modo da scambiare il ruolo dei due bracci; il ritardo sarà lo stesso, ma in senso opposto e la differenza rispetto al caso precedente sarà

$$\delta = 4 \frac{L}{\lambda} \left(\frac{v}{c} \right)^2$$

- Ciò che ci possiamo aspettare, ruotando l'interferometro di 90° è uno spostamento delle frange di 4 centesimi di frangia, ammesso che il vento d'etere abbia una velocità di 30 km/s. Si tratta di un effetto piccolo, ma tuttavia rilevabile.

Risultati ottenuti da Michelson



Michelson a proposito dei risultati:

«The result of the hypothesis of the stationary ether is thus shown to be incorrect».

- L'aberrazione stellare fu interpretata come prodotta dalla composizione della velocità della luce con la velocità orbitale della Terra.
L'esperimento di Michelson dimostra che l'idea di un universo riempito da un fluido che funge da sostegno per la propagazione delle onde elettromagnetiche (l'etere luminifero) porta a previsioni in conflitto con i risultati sperimentali.
- Questo conflitto fu superato solo con un radicale mutamento delle concezioni dello spazio e del tempo, per opera di Albert Einstein ed Hermann Minkowski all'inizio del 1900.