

Capitolo 4

Luce, colori e sistemi ottici elementari

In questo capitolo ripartiamo dai satelliti di Giove, dei quali avevamo usato nel capitolo precedente i parametri orbitali per valutare la massa del pianeta gigante. Infatti i satelliti ‘medicei’ hanno avuto una grande importanza non soltanto nella storia della fisica ma in tutto il pensiero occidentale, per le loro implicazioni contro il sistema geocentrico, supportato fino all’epoca di Galileo sia dal pensiero scientifico che filosofico e religioso. Inoltre essi ci hanno dato la prima, casuale, indicazione¹ della finitezza della velocità della luce. È quindi giunto il momento di dire qualcosa sulla luce, in quanto la sua presenza è implicita in tutte le scienze, giacché il senso della vista gioca un ruolo primario nelle acquisizioni delle nostre conoscenze sul mondo. È quindi difficile costruire una scienza della natura senza essere coscienti di come vediamo le cose.

4.1 Una curiosa anomalia dei satelliti di Giove (Rømer, 1676)

- Importanza pratica delle predizioni del comportamento dei satelliti di Giove:
 - almanacchi di *effemeridi*;
 - misura della longitudine (vedi ad esempio il libro *Longitudine* – figura 4.1);
- I periodi di rotazioni ‘sembrano aumentare’ quando la Terra si allontana da Giove, ‘sembrano di diminuire’ quando la Terra va verso Giove:
 - analogo di effetto Doppler (aumento della frequenza della sirena quando l’ambulanza viene verso di noi, e di diminuzione quando si allontana)
- Satellite Io:
 - periodo orbitale: 1.77 giorni (1.5×10^5 s);
 - aumento massimo circa 15 s ogni periodo (in base all’attuale conoscenza della velocità della luce).
- Spiegazione in termini di velocità ‘finita’ (nel senso di ‘non infinita’) della luce
 - in un periodo di Io la Terra si è spostata di 4.6 milioni di km;

¹A tale proposito, siccome talvolta si parla a sproposito di *scoperte*, ecco come la pensava Enrico Fermi:

“There are two possible outcomes: if the result confirms the hypothesis, then you’ve made a measurement. If the result is contrary to the hypothesis, then you’ve made a discovery.”

<http://www.brainyquote.com/quotes/quotes/e/enricoferm125836.html>

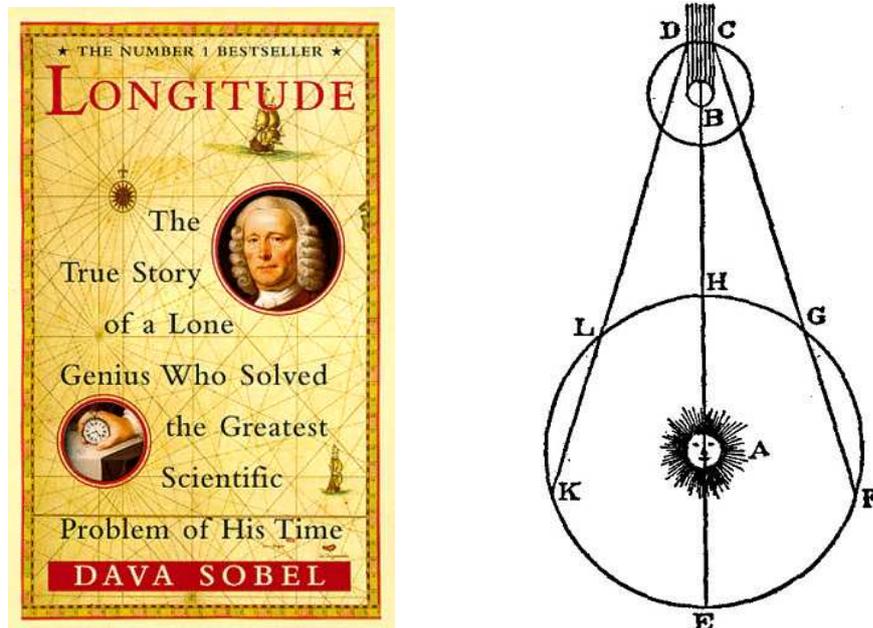


Figura 4.1: A sinistra: una lettura raccomandata (libro tradotto anche in italiano) sul problema della misura della longitudine. A destra: disegno schematico (e assolutamente non in scala) di Rømer (da en.wikipedia) della Terra che gira intorno al Sole (E-F-G-H-L-K-E) e di Giove (B) con intorno Io, occultato fra C e D.

$$\rightarrow v_{luce} \approx 4.6 \times 10^6 \text{ km}/15 \text{ s} \approx 300000 \text{ km/s.}$$

- Risultato di Rømer, in base alle sue osservazioni (<1676 – Si pensi alla tecnologia dell'epoca!):
 - il tempo impiegato dalla luce per percorrere il diametro dell'orbita terrestre, ovvero una distanza di due *Unità Astronomiche* (UA), risultò essere di circa 22 minuti. Questo si rivelò essere di più del valore accettato ai giorni nostri, che è di circa 16 minuti e 40 secondi (Wikipedia).
(Si noti come nel risultato lo spazio venne dato in Unità Astronomiche e non in termini di unità usate sulla Terra).
 - in termini odierni si traduce in una velocità della luce di circa 230000 km/s (ma all'epoca la conversione in 'diametri terrestri', e quindi unità pratiche, non era ben nota).

4.1.1 Analogia con effetto Doppler

4.2 Altre misure storiche della velocità della luce

Già Galileo aveva avuto l'idea di misurare la velocità della luce, ma effettuando l'esperimento con lanterne su colline toscane dovette ammettere che la propagazione era praticamente istantanea. Con una velocità che sappiamo essere talmente elevata, ci volevano all'epoca distanze astronomiche per osservare effetti temporali apprezzabili (poco più di un secondo per la distanza

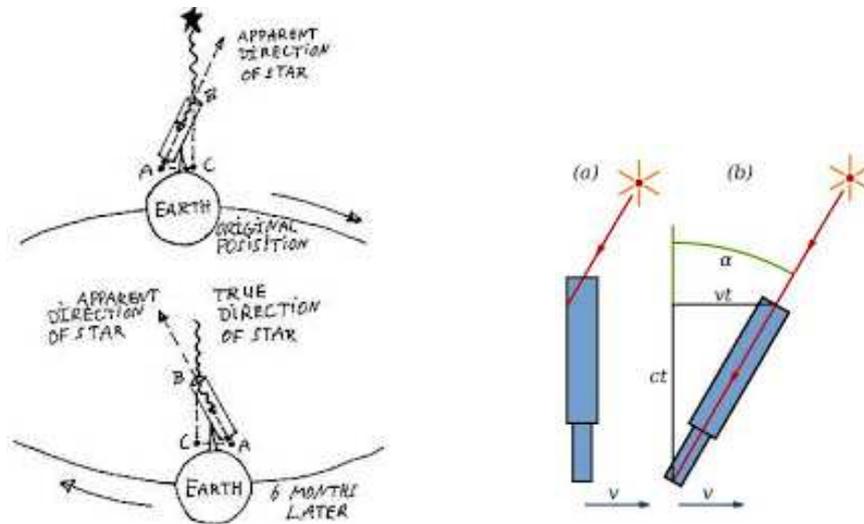


Figura 4.2: Aberrazione della luce stellare dovuta al movimento della Terra (<http://alfachallenge.blogspot.it/2010/12/stellar-aberration-bradley-1727.html>).

Terra-Luna). Vedremo nel seguito un paio di tappe storiche per la determinazione della velocità della luce, rimandando gli interessati all'argomento a <http://www.setterfield.org/000docs/cx1.html> e a voci su wikipedia sull'argomento.

4.2.1 Aberrazione della luce (Bradley, 1725)

Le conclusioni di Rømer non furono accettate universalmente per oltre mezzo secolo, fino alla scoperta di Bradley dell'aberrazione della luce, *cruciale* in quanto la sua spiegazione

- mostrava in modo inequivocabile come la Terra si muovesse rispetto alle stelle fisse;
- richiedeva una velocità finita della luce;
- portava ad una determinazione della velocità della luce, in sostanziale accordo con quella di Rømer

Bradley nel 1729 stimò che la velocità della luce dovesse essere 10210 volte (valore odierno: 10066 volte) la velocità della Terra, da cui $c = 306000$ km/s. Per dettagli/figure:

- http://en.wikipedia.org/wiki/James_Bradley
- http://en.wikipedia.org/wiki/Aberration_of_light
- <http://alfachallenge.blogspot.it/2010/12/stellar-aberration-bradley-1727.html>

Esercizio

Aberrazione attesa, con valore attuale di c per *stella ortogonale* alla direzione di moto terrestre (va da se che l'effetto dipende dall'angolo ed in particolare è nullo per stelle lungo la direzione