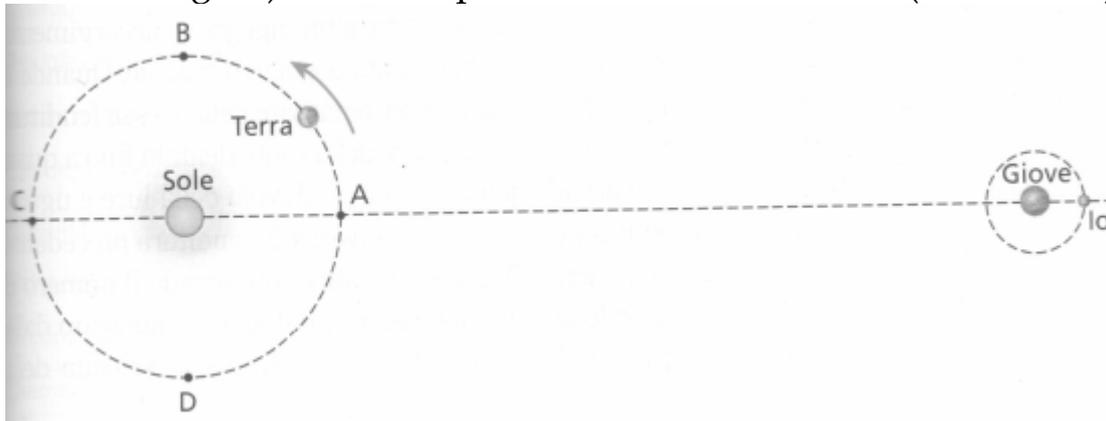


## Misure storiche della velocità della luce

Nelle esperienze quotidiane non è di fatto possibile rilevare il ritardo tra l'istante in cui la luce viene emessa e l'istante in cui giunge all'osservatore. Questo porterebbe erroneamente a concludere che la luce debba viaggiare a velocità infinita.

Si deve a Galileo Galilei (1564-1642) il primo tentativo di determinare la velocità della luce mediante la misura del tempo da essa impiegato per coprire una distanza nota. Posti a circa 2 km, Galileo e un suo assistente si lanciano segnali luminosi mediante due lanterne. Galileo scopre per primo una lanterna e l'assistente scopre la sua non appena vede la luce inviata. Galileo misura l'intervallo di tempo trascorso tra l'invio e la ricezione della luce e nota che coincide in pratica con il tempo di reazione degli sperimentatori. Galileo conclude quindi che la velocità della luce è infinita oppure, osservazione ancora più importante, è troppo elevata per poter essere misurata con questo metodo. Poiché la velocità della luce è molto elevata, per misurare ritardi apprezzabili tra l'emissione e la ricezione di un segnale luminoso sono necessarie distanze molto grandi.

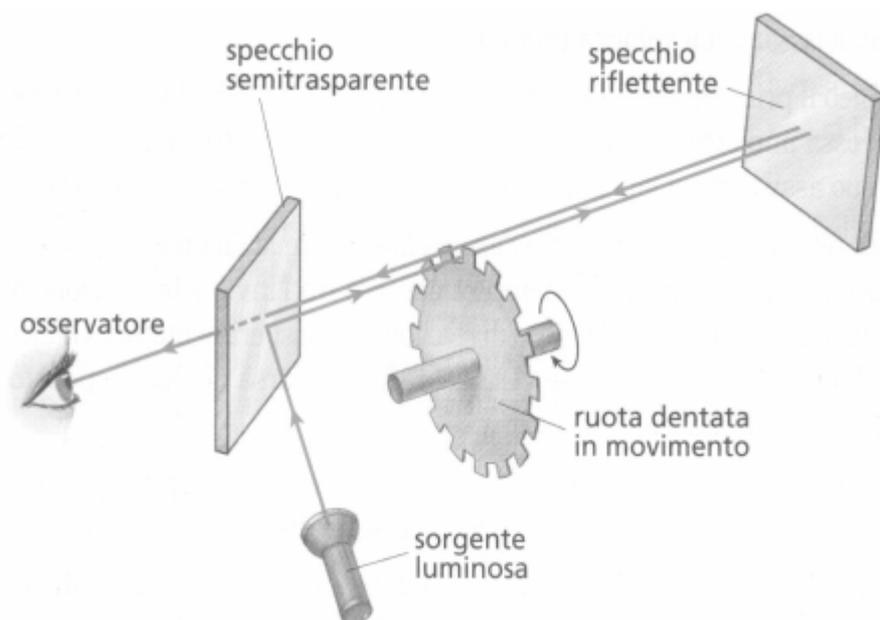
Infatti la prima misura corretta della velocità della luce è stata ottenuta con metodi astronomici nel 1676 dal danese Ole Rømer (1644-1710). Misurando il periodo con cui Giove occulta il suo satellite Io, gli astronomi avevano osservato che questo periodo è maggiore quando la Terra si allontana da Giove (tratto ABC in figura) e minore quando la Terra si avvicina (tratto CDA).



Rømer comprende che questa differenza è dovuta al fatto che la luce si propaga con velocità finita. Se la distanza che separa Terra e Giove non cambiasse, si vedrebbe la fine delle eclissi ogni 42,5 ore. Ma in questo periodo di tempo la Terra si sposta lungo la sua orbita e man mano che si allontana da Giove il periodo delle eclissi aumenta: infatti la luce emessa da Io alla fine di un'eclissi deve compiere una distanza maggiore rispetto alla luce emessa alla fine dell'eclissi precedente. Rømer intuisce che il ritardo accumulato dalle eclissi quando la Terra passa dal punto A, più vicino a Giove, al punto C, più lonta-

no, è dovuto al tempo che la luce impiega a coprire una distanza uguale al diametro dell'orbita terrestre. Con i dati a disposizione di Roemer si stima che la velocità della luce sia circa  $2 \cdot 10^8$  m/s, valore del 30% circa inferiore a quello reale.

La prima misura accurata della velocità della luce su distanze terrestri fu realizzata nel 1849 dal francese Hyppolite Fizeau (1819-1896). Il principio dell'esperimento di Fizeau è analogo a quello di Galileo: misurare il tempo che la luce impiega a percorrere una distanza nota. Fizeau utilizza, come sorgente, l'intensa luce di una lampada che invia a uno specchio posto a 8,63 km di distanza. Per misurare il tempo di andata e ritorno della luce, Fizeau ricorre a un ingegnoso accorgimento: fa passare la luce attraverso le fenditure di una ruota dentata posta in rotazione. Quando la ruota è ferma o gira a bassa velocità angolare, la luce riesce a passare nella stessa fenditura all'andata e al ritorno. Fizeau aumenta la velocità angolare della ruota dentata fino a quando il segnale di ritorno si estingue: ciò accade quando il tempo di volo della luce è uguale all'intervallo di tempo con cui un dente della ruota si sostituisce alla fenditura precedente. Misurando la velocità angolare alla quale avviene questa estinzione e conoscendo il numero di denti della ruota, Fizeau è in grado di calcolare il tempo impiegato dalla luce per coprire la distanza sorgente-specchio-osservatore e quindi la velocità della luce per la quale stima un valore di  $3,13 \cdot 10^8$  m/s, molto vicino al valore noto attualmente che è di  $3,00 \cdot 10^8$  m/s.



In particolare, detto  $\Delta t$  il tempo andata e ritorno percorso dalla luce tra i due specchi si ha che  $\Delta t = 2d/c$ , dove si è indicata con  $d$  la distanza tra i due specchi e con  $c$  la velocità della luce. In questo modo Fizeau fu anche il primo a misurare la velocità della luce nell'acqua e in altri mezzi. Purtroppo la misura

è soggettiva perché vedere o non vedere il raggio luminoso dipende anche dalla capacità percettiva dell'osservatore: chi vede meno bene tende a stimare un valore di  $c$  troppo lontano dalla verità.

Nel 1862 il francese Léon Foucault (1819-1869) effettuò la prima misura della velocità della luce dentro un laboratorio. L'esperimento utilizzava uno specchio rotante invece della ruota dentata. La luce si riflette nello specchio rotante  $R$ , percorre la distanza  $h$  tra i due specchi, si riflette sullo specchio fisso, percorre nuovamente la distanza  $h$  e si riflette nuovamente sullo specchio rotante per poi poter essere osservata da un rilevatore posto a distanza  $h$ . Se lo specchio ruota, in un tempo  $t$ , un angolo  $\theta$  allora il raggio luminoso (legge della riflessione) ruota di un angolo  $2\theta$ . La velocità della luce è ricavabile dall'angolo  $\theta$  in maniera oggettiva, e non più soggettiva come nell'esperienza di Fizeau.

