

Interferometro fai da te.

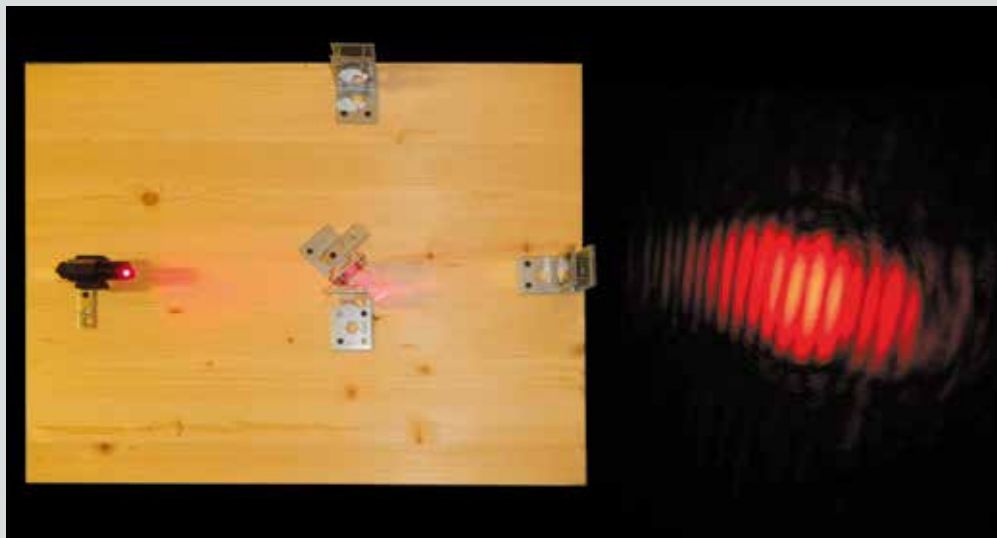
Le recenti osservazioni fatte da Ligo e Virgo hanno segnato l'inizio di una nuova era nella quale l'universo viene osservato anche attraverso le onde gravitazionali. Per rivelare i segnali gravitazionali si può misurare il tempo che la luce impiega ad attraversare lo spazio distorto dal passaggio dell'onda. Lo strumento usato è un interferometro ottico, uno strumento sensibile all'interferenza di due fasci luminosi, ottenuti inviando la luce prodotta da un laser di una determinata lunghezza d'onda su uno specchio separatore semiriflettente. I due fasci viaggiano successivamente lungo due bracci fra loro ortogonali fino a convergere sullo stesso punto di uno schermo, dove può essere osservata la loro interferenza: poiché il cammino dei due fasci luminosi non è mai identico, la fase relativa dei raggi che raggiungono lo schermo non è più la stessa e questo sfasamento produce il fenomeno dell'interferenza (vd. in Asimmetrie n. 12 approfondimento a p. 7, ndr).

In un rivelatore come Virgo, questa differenza di percorso può essere modulata nel tempo dal passaggio di un'onda gravitazionale che deforma lo spazio: osservando l'evoluzione temporale delle frange di interferenza si può ricostruire l'andamento dell'onda gravitazionale.

La differenza di fase che si osserva è proporzionale al prodotto tra la variazione relativa della lunghezza e la lunghezza stessa e inversamente proporzionale alla lunghezza d'onda della luce impiegata. La variazione relativa indotta dall'onda gravitazionale è di 10^{-21} (un millesimo di

un miliardesimo di un miliardesimo!). Per la riuscita della misura è necessario dunque costruire rivelatori con bracci molto lunghi (Virgo ha bracci di tre km) e utilizzare cavità risonanti Fabry-Perot, che permettono di ottenere una lunghezza ottica equivalente a circa 400 volte la lunghezza fisica dei bracci. La necessità di ridurre i rumori (acustico, sismico, termico, quantistico, solo per citarne alcuni) porta all'adozione di un disegno sperimentale estremamente complesso, alla frontiera di tutte le tecnologie impiegate. Tuttavia, con pochi oggetti di facile reperimento, buona volontà e manualità, anche tra i banchi di scuola è possibile costruire un piccolo interferometro per osservare la natura ondulatoria della luce. Il costo per la costruzione dell' "interferometro fai da te", proposto nel testo disponibile online (vd. <https://www.asimmetrie.it/interferometro-fai-da-te>), è di circa 100 euro, ma sarà compensato dalla soddisfazione di provare a curare il delicato allineamento degli specchi e dello schermo fino a ottenere le frange di interferenza, verificando poi che ogni minimo disturbo esterno (come premere leggermente sulla base della struttura o farla vibrare camminandoci intorno o addirittura soffiare su una delle componenti) farà muovere sensibilmente il sistema di frange visibile sullo schermo. Il risultato strabiliante è osservare un oggetto macroscopico apparentemente rigido che subisce deformazioni microscopiche tali da poter essere visualizzate dagli spostamenti delle frange sullo schermo.

[Pia Astone ed Ettore Majorana]



a.
L'interferometro fai da te (a sinistra) e un esempio di interferenza prodotta (a destra). L'interferometro ha bracci di lunghezza fissa, ma la struttura sulla quale si montano gli specchietti consente di muoverli su tre assi, quanto basta per produrre (o distruggere) la figura di interferenza.