

Laboratorio di Fisica 3

Interferometro di Michelson



Indicazioni di sicurezza: il laser che utilizzate è sicuro, ma è comunque buona norma non guardare mai il fascio diretto, quindi in particolare non cercare di visualizzare la figura di interferenza dall'oculare. Inoltre il laser deve essere acceso SOLO quando è montato sul supporto.

In questa esperienza si vuole misurare la lunghezza d'onda della radiazione emessa da una lampada al mercurio dopo opportuna calibrazione dello strumento mediante l'uso di una sorgente luminosa di lunghezza d'onda nota (laser ad He-Ne).

La procedura prevede l'utilizzo di un interferometro di Michelson, strumento di elevatissima precisione e di grande rilevanza storica nella misura della costanza della velocità della luce. L'interferometro è composto da due bracci disposti a 90° come in figura

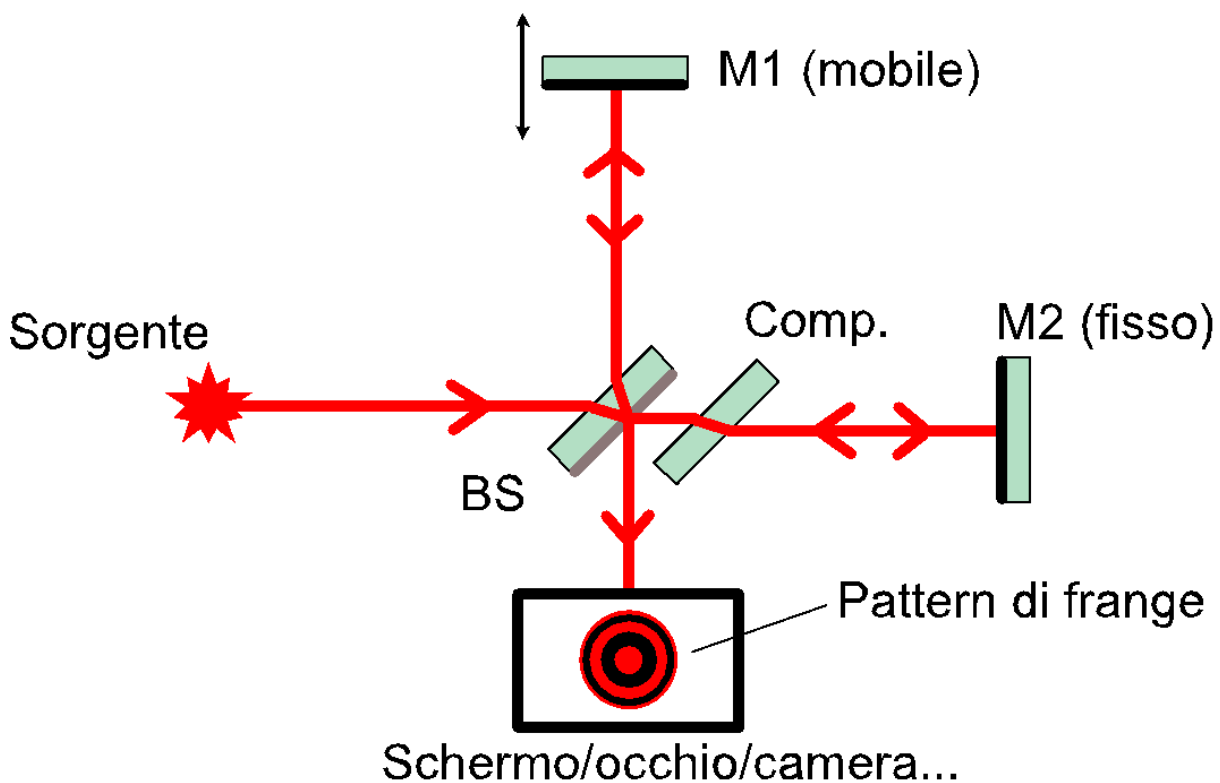


Figura 1 – Schema dell'apparato sperimentale.

Idealmente la lunghezza dei due bracci è uguale e l'osservatore osserva delle frange di interferenza circolari dovute alle riflessioni dagli specchi M_1 ed M_2 che si sovrappongono nel ramo dove è posto l'osservatore.

Lo specchio M_2 ha due viti per l'orientamento, su cui bisogna agire delicatamente per ottimizzare l'allineamento dell'interferometro.

Lo specchio M_1 è mobile tramite un micrometro avente risoluzione di $10\text{ }\mu\text{m}$ (ogni divisione corrisponde ad uno spostamento dello specchio di $10\text{ }\mu\text{m}$) che agisce su di una leva meccanica che ne demoltiplica lo spostamento.

Se lo specchio M_1 viene spostato di un tratto ΔX , il cammino ottico varierà di $2\Delta X$, così si ottiene che il numero di frange che scorrono nella figura di interferenza (m) visibile dall'osservatore sarà dato da:

$$2\Delta X = m\lambda \quad (1)$$

Per ogni spostamento ΔX pari a metà lunghezza d'onda si passa da un massimo (o un minimo) d'interferenza al successivo.

Misurando lo spostamento ΔX e contando quanti massimi (o minimi) di interferenza sono passati sulla figura di interferenza è possibile determinare la lunghezza d'onda della sorgente.

Per prima cosa occorre quindi misurare quanto vale il fattore di demoltiplica della leva.

Misura del fattore di demoltiplica

Per determinare il fattore di demoltiplica si allinea l'interferometro con una sorgente di lunghezza d'onda nota e si utilizza la relazione (1) effettuando uno spostamento ΔX e contando i massimi (o minimi) m che passano da un punto specifico della figura di interferenza visibile sul foglio nero attaccato al mobile. Per facilitare il conteggio delle frange utilizzare la webcam montata sul cavalletto. Per visualizzare l'uscita della Webcam si può utilizzare il computer di laboratorio o il proprio computer. Sul computer di laboratorio utilizzare il programma "Fotocamera" ed eventualmente registrare un video per facilitare il conteggio delle frange (vedi figura 2 sinistra).

La sorgente che utilizziamo è un laser He-Ne che emette a 632.8 nm .

Nello specifico le operazioni da effettuare sono le seguenti:

- si muove il micrometro al valore intero più vicino e si legge la posizione del micrometro che rappresenterà il nostro "zero";
- nella figura di interferenza si determina la posizione di un massimo (o di un minimo) in un punto nei pressi del centro;
- si muove il micrometro contando contestualmente i massimi (o i minimi) di interferenza che scorrono sul punto scelto sullo schermo. Contare almeno 30 frange (possibilmente di più);
- si legge la posizione finale del micrometro.

Alla fine ripetere la misura scambiandosi di ruolo.

Utilizzando le misure ed i dati a disposizione si determini il fattore di demoltiplica della leva e la relativa incertezza.

Ora si spenga il laser, lo si lasci raffreddare per circa 1-2 minuti e lo si sostituisca con la lampada al mercurio in dotazione (da accendere solo dopo averla montata al posto del laser). Per togliere il laser allentare le due viti che bloccano la slitta su cui è fissato alla struttura portante dell'interferometro.

Misura della lunghezza d'onda della riga verde della lampada al mercurio

Successivamente mettere la slitta della lampada al mercurio in posizione e stringere le due viti con attenzione, poi inserire il filtro verde e la punta di riferimento. Prima di effettuare la misura si devono attendere alcuni minuti affinché la lampada si scaldi. Se necessario, si ritocchi leggermente l'allineamento mediante lo specchio M_2 . La visualizzazione della figura di interferenza in questo caso si può fare ad occhio nudo utilizzando l'oculare oppure con la Webcam presente sul tavolo affacciandola direttamente all'oculare (figura 2 destra).

Utilizzando la procedura descritta precedentemente, si misuri la lunghezza d'onda della riga verde del mercurio.

Ripetere varie volte la misura, dare una stima ragionata degli errori e propagarli con le formule note.

Confrontare il risultato ottenuto con il valore noto della lunghezza d'onda emessa dalla riga più intensa del mercurio (546 nm) e commentare il risultato ed il relativo errore.



Figura 2 – montaggio telecamera per laser (sinistra) e per la lampada a Hg (destra).

Visualizzazione delle frange d'interferenza con luce bianca.

Come ultima parte dell'esperienza provare a visualizzare le frange d'interferenza con luce bianca, cioè luce assolutamente non monocromatica. In questo caso l'effetto è visibile solo quando la differenza dei cammini ottici nei due bracci è dell'ordine della lunghezza d'onda centrale della luce, cioè al massimo qualche micron. Per far ciò bisogna modificare la lunghezza di uno dei bracci, aggiungendo lo spaziatore in alluminio, per rendere i due cammini ottici più simili possibile. E' quindi necessario allineare nuovamente l'interferometro. Per fare questo si utilizza il laser e si agisce sull'angolazione dello specchio M2 fino a ritrovare le frange d'interferenza. Variare quindi la lunghezza del braccio mobile cercando la condizione di "ugual cammino ottico" che è caratterizzata dalla frangia centrale che diventa sempre più grande. Quando si è nella condizione cercata, montare la lampada bianca (si trova nella stessa struttura della lampada al mercurio ma si accende con l'altro interruttore). Facendo piccole variazioni di lunghezza di braccio, visualizzare le frange in luce bianca. Spiegare brevemente perché, per vedere l'interferenza con luce non monocromatica, è necessario che i cammini ottici nei due bracci siano circa uguali.