

E1.1 – Velocità della luce – “metodo di Galileo”

Obiettivo

Calcolare la velocità della luce mediante rilevamento elettronico del tempo che essa impiega a percorrere un certo cammino di lunghezza misurabile.

Materiali e strumenti

- Unità di base contenente la sorgente di luce (diodo LED), il ricevitore (fotodiodo) e il divisore di fascio.
- Lente convergente di distanza focale $f = 37.5$ cm
- Specchio riflettore
- Oscilloscopio digitale con larghezza di banda 100 MHz
- Fettuccia metrica
- Cavi di alimentazione, cavi BNC di collegamento unità di base-oscilloscopio, aste e supporti

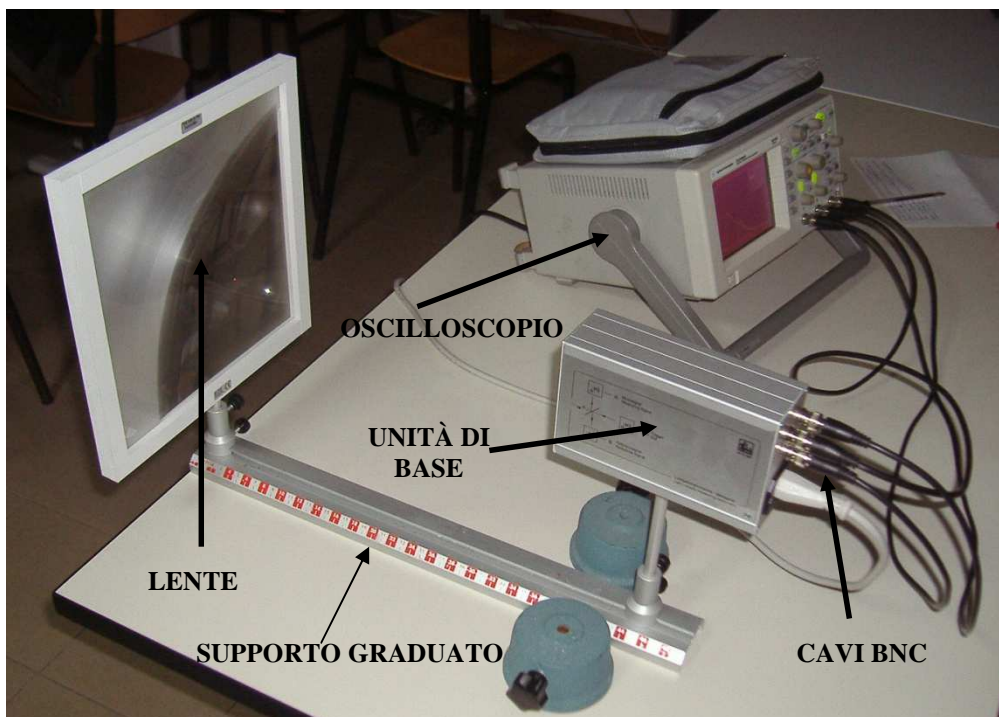


Fig. 1 Configurazione sperimentale in cui sono mostrati l'unità di base e la lente montati su un supporto graduato, l'oscilloscopio (non è lo stesso illustrato sotto), i cavi di alimentazione e di collegamento (BNC)

Esecuzione dell'esperimento e analisi dati

- Montare l'unità di base e la lente convergente alle estremità del supporto graduato
- Montare lo specchio riflettente sulla base di supporto ad una distanza L di circa 5 m dall'unità di base (si misuri L e si stimi la sua incertezza).
- Allineare verticalmente e orizzontalmente lo specchio con l'unità di base e la lente realizzando lo schema mostrato nella seguente figura 3.



Fig. 2 Specchio montato sul supporto

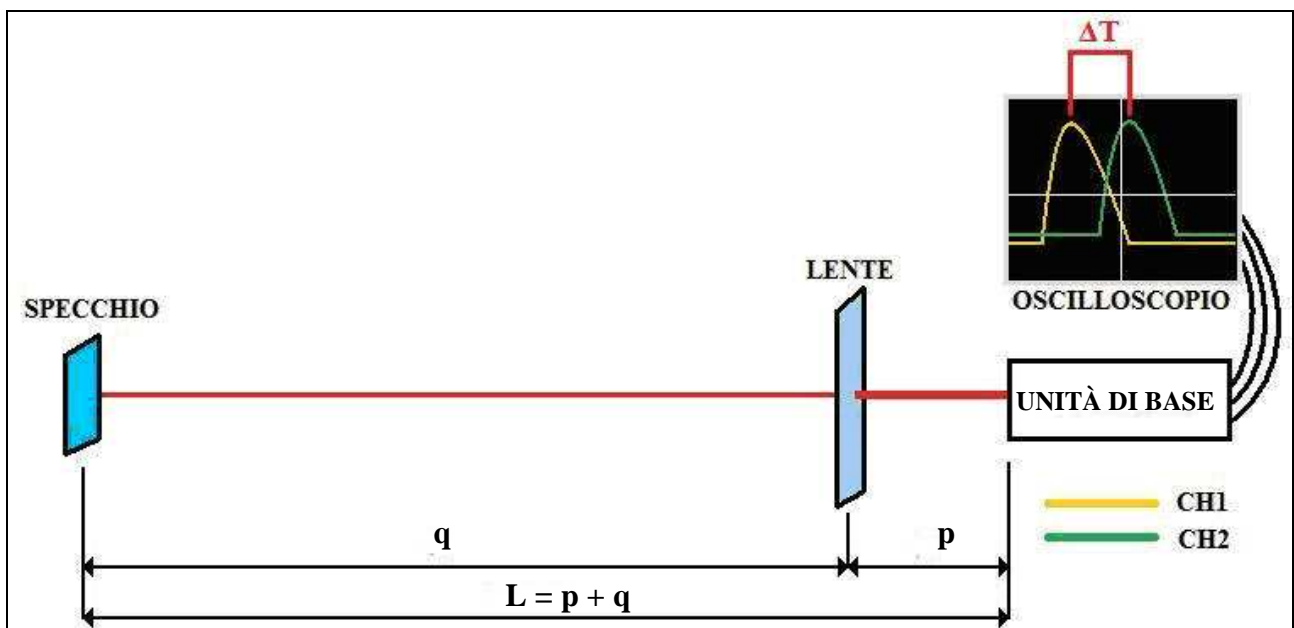


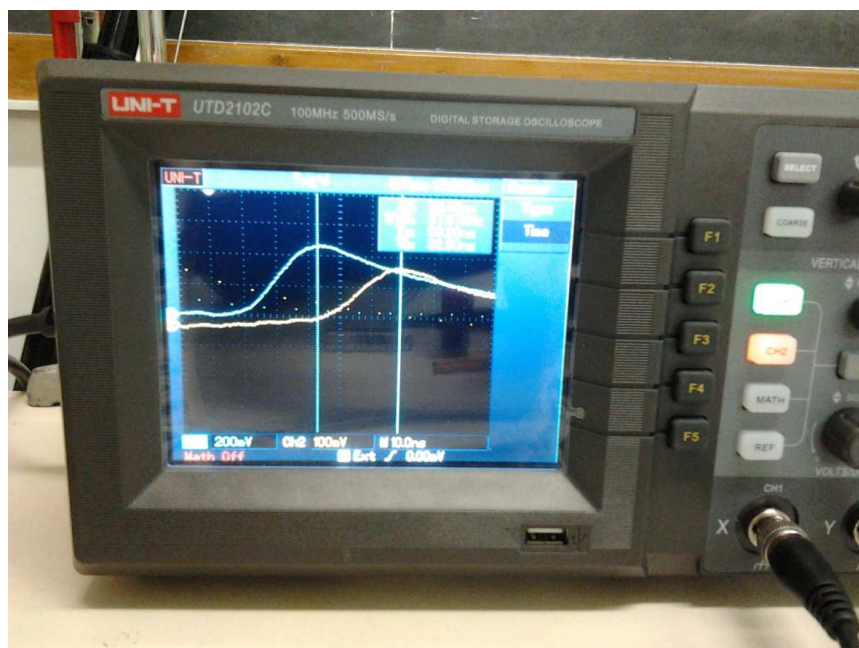
Fig. 3 Schema della configurazione sperimentale

- Collegare mediante i cavi BNC l'uscita B dell'unità di base sul canale 1 dell'oscilloscopio, l'uscita A sul canale 2 e l'uscita C sul *trigger* esterno (*Ext Trig*).
Gli impulsi di luce estremamente brevi emessi dalla sorgente (diodo LED) raggiungono un divisore di fascio che invia una parte del segnale direttamente all'uscita B (segnale di riferimento) e un'altra all'esterno. La luce emessa dal LED attraversa la lente che la focalizza sullo specchio, e poi viene riflessa di nuovo verso l'unità di base dove raggiunge il ricevitore (fotodiodo), che manda il segnale misurato (ritardato per il tempo di transito tra unità di base e specchio) all'uscita A. Nell'uscita C viene inviato un segnale che funge da *trigger* esterno per l'oscilloscopio.
- Trovare la posizione ottimale della sorgente luminosa e dello specchio (conviene spostare l'unità base sul supporto graduato) che mette a fuoco lo spot luminoso sullo specchio riflettore (lo spot deve essere ridotto alla minima dimensione e posto al centro dello specchio).
- Misurare con la fettuccia metrica la distanza L tra lo specchio e l'asta di supporto dell'unità di base (Fig. 3). N.B. La ditta costruttrice non specifica la distanza tra il diodo LED e la facciata dell'unità di base, è ragionevole supporre circa 5 cm.
- Accendere l'oscilloscopio e impostare il trigger esterno, premendo il tasto "MENU", sulla destra, sotto alla manopola TRIGGER e poi azionando il tasto F1 fino a che non compare il tipo

EXT. Sul display compaiono i due segnali: quello diretto di riferimento (giallo) e quello riflesso dallo specchio (verde), in ritardo di un certo tempo Δt che bisogna misurare.



- Ruotare le manopole “SCALE” e “POSITION” nelle sezioni *vertical* e *horizontal* in modo da visualizzare sul display le due curve contemporaneamente alla massima precisione possibile (10 ns) e che abbiano più o meno la stessa altezza.
- Premere il pulsante “run/stop” per farlo diventare di colore rosso (l’oscilloscopio non è in misura e così si possono analizzare i segnali acquisiti).
- Premere CURSOR e poi il tasto F1 fino a selezionare, sotto TYPE, la misurazione TIME. In questo modo, sul display, compariranno due linee verticali (cursori) e un riquadro dove sono indicate le posizioni temporali dei due cursori, nonché la differenza fra i due valori, cioè il Δt .
- Spostare i due cursori con la manopola in alto a sinistra del pannello degli strumenti fino a farli coincidere ognuno con il picco di una delle due curve. Per selezionare i due cursori premere il tasto SELECT; per velocizzare lo spostamento potete utilizzare il pulsante COARSE.



- Una volta che i cursori sono posizionati sui due picchi, potete leggere e registrare il valore della differenza temporale fra i segnali.
- Ingrandire la scala orizzontale con la manopola che si trova a sinistra nella sezione “*Horizontal*” e stimare l’errore su Δt come la metà ampiezza della parte piatta del picco (qualche ns).
- Ripetere le operazioni precedenti una decina di volte allontanando lo specchio dall’unità di base; misurare ogni volta la distanza L e il corrispondente ritardo di tempo t . Riportare i valori e le loro incertezze in una tabella tipo la seguente:

misura n.	$s = 2L$	$\Delta s = 2\Delta L$	t	Δt

- Costruire mediante Excel una tabella con i valori dello spazio $s = 2L$ e dell’intervallo di tempo t e i corrispondenti errori.
- Mediante Excel realizzare un grafico dello spazio (asse y) in funzione del tempo (asse x), riportando anche gli errori, e mediante la funzione REGR.LIN^[1] eseguire un fit lineare (del tipo $y = mx$) per determinare la pendenza della retta, che corrisponde al valore cercato della velocità della luce (stimarne anche l’errore)
- Confrontare, entro gli errori di misura, il valore misurato della velocità della luce con quello universalmente adottato:

$$c = 299792458 \text{ m/s}$$

[¹] Per la rappresentazione dei dati con Excel e la sintassi della funzione REGR.LIN vedi la dispensa *MATERIALI DIDATTICI* a pagina 53, scaricabile dal sito web www.angeloangeletti.it, MATERIALI PAS 2014.