

Polarizzazione della luce e lamine di ritardo

Filippo Audisio, Cataldo Insalaco, Telemaco Pezzoni

12 gennaio 2026

1 Obiettivo dell'esperienza

L'obiettivo dell'esperienza è studiare il comportamento della luce polarizzata e delle lame di ritardo, in particolare:

- Verificare la legge di Malus $I(\theta) = I_0 \cos^2(\theta)$.
- Studiare l'utilizzo della lamina $\lambda/2$.
- Studiare l'utilizzo della lamina $\lambda/4$.
- Mostrare che la luce del LED non è polarizzata.
- Calcolare i parametri di Stokes per diversi stati di polarizzazione.

2 Materiali e Metodi

2.1 Dotazione sperimentale

- LED e fotodiodo + scatola di polarizzazione.
- 2 lenti per la focalizzazione.
- 2 polarizzatori lineari.
- Lame di ritardo $\lambda/2$ e $\lambda/4$.
- Supporti con ghiera rotante graduata.
- Barra di supporto.
- Generatore di tensione alternata.
- Oscilloscopio.
- Cavi coassiali e sdoppiatore.

2.2 Procedura sperimentale

Come configurazione iniziale sono stati posizionati il LED ed il fotodiodo alle estremità della barra di supporto. Dal generatore di tensione alternata è stata sdoppiato il segnale di un'onda quadra a $\sim 6V$ e $\sim 1kHz$, il quale è stato mandato al LED per alimentarlo e ad un canale dell'oscilloscopio come trigger. Il fotodiodo è stato polarizzato inversamente,

grazie alla scatola di polarizzazione, e collegato all’altro canale dell’oscilloscopio così da poter misurare i valori di intensità trasmessa. Sia al LED che al fotodiodo sono state applicate delle lenti per focalizzare il fascio luminoso, successivamente è stato montato un primo polarizzatore lineare sul LED ed un secondo sul supporto graduato posizionato fra LED e fotodiodo. Infine usando il secondo polarizzatore come analizzatore si è trovato l’angolo di massima trasmissione così da misurare l’eventuale offset dovuto allo sfasamento tra i due polarizzatori.

2.2.1 Verifica della legge di Malus

Dopo aver misurato il valore massimo di intensità trasmessa V_0 , si è ruotato gradualmente l’analizzatore così da misurare V in funzione di θ .

2.2.2 Studio della lamina $\lambda/2$

Dopo aver inserito la lamina $\lambda/2$ fra i due polarizzatori e aver allineato il sistema così da misurare il massimo dell’intensità, ruotando la lamina di un angolo θ_1 sono stati misurati con l’analizzatore gli angoli θ_2^{max} e θ_2^{min} corrispondenti al massimo ed al minimo di trasmissione.

2.2.3 Studio della lamina $\lambda/4$

Dopo aver inserito la lamina $\lambda/4$ fra i due polarizzatori e rimosso momentaneamente l’analizzatore, si è innanzitutto verificato che ruotando la lamina l’intensità misurata dal fotodiodo non variasse. Successivamente è stato rimontato l’analizzatore e si è misurata l’intensità uscente in funzione dell’angolo di rotazione dell’analizzatore θ_2 nei casi in cui la lamina era posizionata a $\theta_1 = 0^\circ, 90^\circ, 45^\circ, 70^\circ, 120^\circ$.

2.2.4 Polarizzazione della luce del LED

Togliendo tutti gli elementi ottici fra LED e fotodiodo (escluse le lenti di focalizzazione) si è misurata l’intensità misurata dal fotodiodo, dopodiché è stato montato l’analizzatore e si è misurata l’intensità in funzione dell’angolo. Dopodiché si è rimontata la lamina $\lambda/4$ tra LED e analizzatore e si è misurata l’intensità trasmessa con l’analizzatore posizionato a 45° rispetto alla lamina; si è infine verificato che il risultato non cambiasse ruotando la lamina o l’analizzatore.

2.2.5 Calcolo dei parametri di Stokes

Per avere luce polarizzata linearmente si è rimontato il sistema nella configurazione iniziale con solamente polarizzatore lineare sul LED ed analizzatore, per luce polarizzata circolarmente si è aggiunto tra i due elementi una lamina $\lambda/4$ a 45° rispetto al primo polarizzatore, mentre per luce polarizzata ellitticamente si è orientata la lamina $\lambda/4$ a 70° e poi 120° . Per ciascuna di queste configurazioni si è misurata l’intensità trasmessa con analizzatore posizionato a $0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$, dopodiché si è inserita una seconda lamina $\lambda/4$ a 90° e si è misurata l’intensità con analizzatore a 45° .

3 Analisi dei dati e grafici