

TEMA 1: POLAROID

PREMESSA

Non tutti apprezzano le lenti polaroid per i propri occhiali da sole, e infatti sono davvero fastidiose quando impediscono di leggere la strumentazione sugli schermi del cruscotto dell'automobile. I materiali usati per le lenti Polaroid sono stati prodotti dalla fine degli anni '30 dello scorso secolo sulla base delle ricerche di uno studente ventiduenne di Harvard, Edwin Land, ed ebbero subito un grande successo soprattutto nel campo della fotografia.



Fig.1,1 In certe condizioni le lenti polaroid lasciano passare solamente una piccola frazione della luce che incide su di esse,



Nella figura a lato si vedono due fotografie che riprendono la stessa vasca con pesci: quella di destra è fatta con la tecnologia Polaroid.

Fig 1.2: Il filtro polaroid non trasmette una parte della luce riflessa dalla superficie dell'acqua.

In questa attività ti viene chiesto di indagare sul comportamento della luce quando passa attraverso un filtro polaroid.

TROVI SUL BANCO DI LAVORO

- supporto con fotoresistenza: la fotoresistenza è un componente elettrico passivo la cui resistenza varia con la intensità di luce incidente su di esso
- una lampadina stilo tascabile con LED e una base per appoggiarla
- un tubo di cartone aperto ad una estremità che ha alla base chiusa una finestra coperta con un filtro polarizzatore
- un coperchio applicabile alla base aperta del tubo di cartone; il coperchio ha una finestra coperta con un filtro polarizzatore
- un rotolo di nastro adesivo trasparente
- patafix (gomma adesiva)
- un nastro millimetrato di carta
- pennarello con punta fine
- multimetro con cavetti di collegamento ed un foglio di istruzioni per misure di resistenza

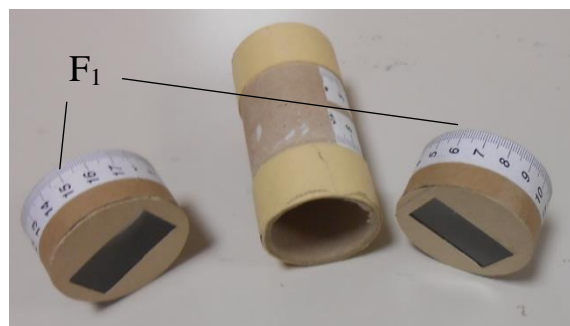
- accesso ad un computer con foglio elettronico e monitor a cristalli liquidi; accesso ad una stampante
- istruzioni su come e dove salvare il file con l'elaborazione delle misure e su come stampare i grafici

1. ESPLORAZIONI

A) accendi il computer e guarda il monitor, dapprima direttamente e poi attraverso uno dei filtri polaroid: che cosa noti? Prova a guardare il monitor attraverso il filtro polaroid e fai ruotare lentamente il filtro mantenendolo parallelo al monitor: che cosa noti? Accendi la lampadina tascabile e poi guarda la sua parte luminosa attraverso il filtro; continua a guardarla facendo lentamente ruotare il filtro polaroid: che cosa noti? Se non vuoi fissare la luce dei LED puoi guardare una o più fonti luminose presenti nell'aula. Riporta le tue osservazioni sul Fascicolo Risposte.

B) Chiudi con il coperchio il tubo di cartone, assicurati che scorra agevolmente quando viene ruotato. Riaccendi la lampadina tascabile e poi guarda la sua parte luminosa attraverso le due finestre ricoperte con i polaroid alle basi del tubo (la luce che vedi e proviene dalla lampadina attraversa ambedue i filtri polaroid); continua a guardare facendo lentamente ruotare il coperchio mobile: che cosa noti? Riporta le tue osservazioni sul Fascicolo Risposte.

Ora prepara il tubo di cartone per le successive misure. Avvolgi accuratamente attorno al coperchio il nastro millimetrato in modo che lo avvolga per un giro completo, come nella figura a lato: fissalo con il nastro adesivo trasparente. D'ora in poi indicheremo con F_1 il filtro polaroid fissato al coperchio con il nastro millimetrato mentre il filtro alla base del tubo sarà F_2 .



Guardando sempre attraverso il tubo di cartone ed i due filtri polaroid, facendo ruotare il coperchio trova la posizione che consente di vedere la lampadina con la massima luminosità. Usando il pennarello fai opportuni segni sul tubo di cartone e sul coperchio in modo da poter facilmente ritrovare questa posizione che d'ora in poi indicheremo con POSIZIONE ZERO.

2. MISURE

Userai un fotoresistore per capire come varia la quantità di luce che attraversa i due polaroid via via che facciamo ruotare uno di essi rispetto all'altro. Il fotoresistore è un componente elettrico sensibile alla luce; la sua resistenza elettrica infatti diminuisce all'aumentare dell'intensità luminosa che investe la sua superficie. Per misurare la resistenza del fotoresistore userai il multimetro nella sua funzione di ohmetro, collegandolo al fotoresistore con i cavi elettrici che hai a disposizione.

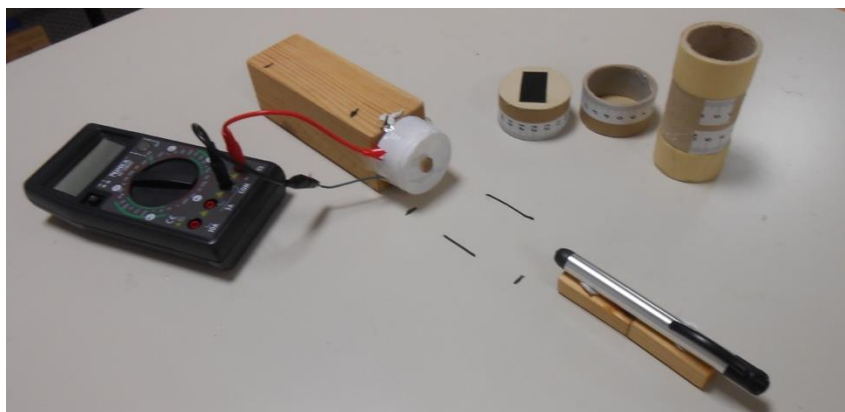
Dovrai prendere almeno 20 misure in posizioni diverse e per (approssimativamente) un giro completo. Per farlo dovrai anzitutto fissare (nel modo che si dirà più sotto) una posizione iniziale del filtro F_1 ; per ottenere una nuova misura ruoterai il coperchio su cui è fissato F_1 di un angolo α , sempre lo stesso, e ruotando sempre il coperchio nel medesimo verso. Dovrai quindi decidere il valore più opportuno per l'angolo α .

A) Leggi sul nastro millimetrato la lunghezza C della circonferenza esterna del coperchio del tubo: riportane il valore sul Fascicolo Risposte. Ogni rotazione del coperchio corrisponderà ad uno spostamento Δx sul nastro millimetrato. Decidi di quanti millimetri vuoi che sia lungo l'intervallo Δx che leggi sul nastro millimetrato. Δx corrisponde alla rotazione di un angolo α che imprimerai a F_1 ogni volta che vorrai ottenere una nuova misura. Riporta il valore di Δx sul Fascicolo Risposte. Calcola l'angolo α con precisione fino al grado. Riporta sul Fascicolo Risposte i calcoli che hai fatto ed il valore ottenuto.

B) Collega il multimetro (spento) al fotoresistore in modo da misurarne la resistenza. Disponi lo strumento per effettuare misure dell'ordine del $M\Omega$.¹ Scherma il fotoresistore in modo da effettuare la misura della sua resistenza quando la superficie sensibile è al buio. Accendi il multimetro, attendi che il valore della resistenza si stabilizzi sufficientemente e riportane il valore sul Fascicolo Risposte. Anche quando l'indicazione sul monitor del multimetro è abbastanza stabile si possono osservare delle variazioni nel valore della resistenza indicato sul monitor. Fai una stima della differenza fra il valore massimo e il valore minimo della resistenza e riportane il valore sul Fascicolo Risposte. Spegni il multimetro.²

Ora allinea il fotoresistore con il tubo privo del coperchio e con la lampadina, come nella seguente figura. In figura la posizione del tubo di cartone è indicata con segni sul banco di lavoro tracciati col pennarello. Usa il patafix per fissare la posizione della lampadina e quella della fotoresistenza.

C) Allo stesso modo del precedente punto B) misura la resistenza R_{fondo} del fotoresistore con la lampadina spenta e il tubo con il solo filtro F_2 . Allinea il tubo di cartone con il fotoresistore e la lampadina e con F_2 adiacente al fotoresistore. Considera l'opportunità di modificare il fondo scala dello strumento di misura. Riporta sul Fascicolo Risposte il valore misurato per la resistenza.



D) Disponi il tubo di cartone così preparato facendo attenzione che sia disposto sempre nella medesima posizione di allineamento con il fotoresistore e la lampadina. Accendi la lampadina. Sapendo che il massimo illuminamento del fotoresistore corrisponde al minimo della sua resistenza, variando di poco la posizione del filtro F_1 ruotando lievemente il coperchio, controlla la POSIZIONE ZERO che avevi già trovato affidandoti alla tua percezione visiva e, se necessario, correggi la POSIZIONE ZERO con un nuovo segno sul tubo. Registra l'indicazione in centimetri e millimetri sul nastro millimetrato che corrisponde alla POSIZIONE ZERO. Riporta tale indicazione sul Fascicolo Risposte.

¹Controlla il foglio che ti è stato dato con le istruzioni sull'uso del multimetro per misurare la resistenza elettrica.

² Se il tuo multimetro non ha una scala adatta a misurare la resistenza, molto alta, del fotoresistore al buio scrivi questo fatto sul Fascicolo Risposte e indica la portata massima delle misure di resistenza dello strumento,



Col filtro F_1 nella POSIZIONE ZERO corretta leggi sul multimetro il valore della resistenza R_0 e riportalo sul Fascicolo Risposte. Non spegnere la lampadina.

Nel seguito si indicherà con θ l'angolo di cui è ruotato il filtro F_1 rispetto alla POSIZIONE ZERO. La misura che hai appena preso corrisponde ad un numero $n = 0$ di rotazioni e quindi ad un angolo $\theta = 0$.

Metti il coperchio al tubo di cartone e disponilo nella posizione di massima luminosità trasmessa contrassegnato come POSIZIONE ZERO.

E) Ora prenderai le successive misure della resistenza del fotoreistore via via che viene ruotato il filtro F_1 rispetto al filtro F_2 , come programmato. Prima di ogni misura ruoterai il filtro F_1 dell'angolo α calcolato al precedente punto A. Ricorda che una rotazione α corrisponde a uno scorrimento Δx del nastro millimetrato. Lo scorrimento è riferito al segno che hai praticato sul tubo per fissare la POSIZIONE ZERO. Riporta nella **Tabella T1** sul Fascicolo Risposte i valori dello scorrimento del coperchio rispetto alla POSIZIONE ZERO e quelli della corrispondente resistenza R .

3. ELABORAZIONE

A) Riporta su un foglio elettronico la Tabella 1 completa dei valori delle misure che hai preso. Inserisci una nuova colonna fra quella dello "spostamento" e quella della "resistenza". In questa colonna inserirai i valori dell'angolo θ di cui risulta ruotato F_1 rispetto alla POSIZIONE ZERO; calcolerai il valore di θ corrispondente a ciascuna delle misure di resistenza che hai effettuato. Rappresenta in un grafico a dispersione (a punti) i valori di R (asse delle ordinate) in funzione dei valori di θ (asse delle ascisse). Completa il grafico con un titolo principale e i titoli con le informazioni necessarie riguardo agli assi. Correggi, se lo giudichi necessario, la scala e le etichette riportate sugli assi. Salva il tuo lavoro sul supporto che ti è stato indicato all'inizio della prova.

B) In quale o quali intervalli di θ osservi che la resistenza varia più rapidamente? Riporta le tue osservazioni sul Fascicolo Risposte.

Puoi assumere che la resistenza R del fotoreistore vari in ragione inversamente proporzionale al flusso della luce, I , che lo investe. Il prodotto RI è quindi costante e vale la relazione: $\frac{1}{R} = k \cdot I$ dove k è una costante che dipende da fattori costruttivi del fotoreistore.

C) Sul foglio elettronico aggiungi una colonna alla destra della tabella esistente; in questa nuova colonna riporterai i valori del reciproco della resistenza, $1/R$. Ricorda di aggiungere le intestazioni con la denominazione e l'unità di misura. Rappresenta in un nuovo grafico a dispersione i valori di $1/R$ (asse delle ordinate) in funzione dei valori di θ (asse delle ascisse). Salva il tuo lavoro.



D) La lampadina emette sempre la medesima intensità di luce ma il flusso luminoso che arriva al fotoreistore attraverso i due polaroid varia al variare dell'angolo θ . Il flusso luminoso che investe il fotoreistore, quando il polaroid F_1 viene ruotato, oscilla fra valori massimi e valori minimi. Osserva il grafico e scrivi sul Fascicolo Risposte per quale o quali valori di θ il flusso luminoso che arriva al fotoreistore presenta un massimo e per quale o quali presenta un minimo. Fai una stima del valore A che assume $1/R$ per i valori minimi e del valore B che assume $1/R$ per i valori massimi dell'illuminazione. Calcola la differenza $C = B - A$. Riporta sul Fascicolo Risposte i valori di A , B e C .

Ci si aspetta che il flusso luminoso che investe il fotoreistore vari al variare di θ come il $(\cos \theta)^2$. Confronterai quindi il grafico dei valori misurati di $1/R$ in funzione di θ con quello della funzione

$$(1) \quad f(\vartheta) = A + C \cdot \cos^2 \vartheta \quad \text{dove } A \text{ e } C \text{ sono le costanti che hai calcolato al punto precedente.}$$

E) Sul foglio elettronico aggiungi una colonna alla tabella esistente in cui riporterai i valori $A + C \cdot \cos^2 \vartheta$. Prima però devi controllare se il tuo foglio elettronico per calcolare il coseno prevede che gli angoli siano espressi in gradi o in radianti. Nella stessa finestra con il grafico dei valori misurati di $1/R$ rappresenta, in un grafico cartesiano a linee curve, i valori calcolati nella nuova colonna (asse delle ordinate) in funzione dei valori di θ (asse delle ascisse). Completa il grafico con un titolo principale e i titoli degli assi con le informazioni necessarie. Correggi, se lo giudichi necessario, la scala e le etichette riportate sugli assi. Salva il tuo lavoro con le modalità che ti sono state indicate all'inizio della prova.

F) Calcolerai ora, in una nuova colonna della tabella, i residui Δ : cioè la differenza fra il valore previsto per $1/R$ dalla funzione (1) e quello che hai misurato. Riporta in un nuovo grafico a dispersione (a punti) i valori di Δ (asse delle ordinate) in funzione di θ (asse delle ascisse). Salva il tuo lavoro.

G) Osservi degli intervalli di θ per i quali la differenza fra i valori attesi di $1/R$ e quelli misurati è maggiore che in altri intervalli? Se è così, puoi dire se in tali intervalli il flusso luminoso aumenta o diminuisce al crescere di θ ? Riporta le tue osservazioni sul Fascicolo Risposte.

H) Perché era importante fissare con il patafix la posizione del fotoreistore e quella della lampadina per ottenere misure significative? Sei ricorso ad altri accorgimenti per garantirti misure affidabili? Rispondi, motivando le tue risposte sul Fascicolo Risposte.

Completa, se non l'hai già fatto, i tre grafici inserendo le informazioni che giudichi opportune nei titoli e aggiustando, se lo ritieni necessario, le scale dei dati e le griglie. Stampa i tre grafici e allegali al Fascicolo Risposte.

FINE DEL TEMA 1 !