

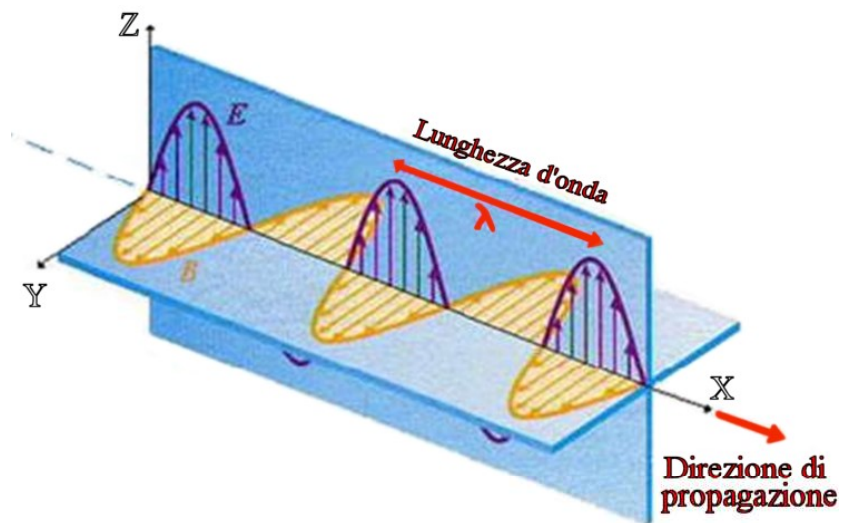
GIOCARE CON LA LUCE

LA POLARIZZAZIONE DELLA LUCE

Tutor: Sarah Bollanti, Daniele Murra

E-mail: sarah.bollanti@enea.it, daniele.murra@enea.it

Introduzione all'argomento



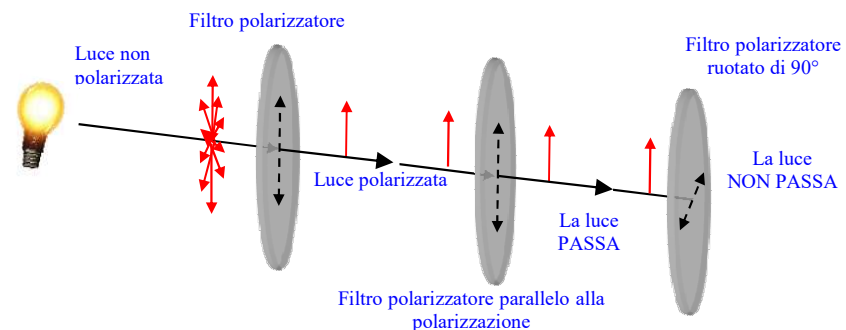
In una singola onda elettromagnetica che si propaga nel vuoto, i campi vettoriali elettrico e magnetico oscillano lungo il piano ortogonale alla direzione di propagazione e sono anche ortogonali tra di loro.

La direzione di oscillazione del campo elettrico viene denominata direzione di **POLARIZZAZIONE**.

Una sorgente luminosa emette generalmente una sovrapposizione di onde elettromagnetiche con polarizzazioni casuali. Si dice che la luce è **NON POLARIZZATA**.

POLARIZZAZIONE CON FILTRO

Esistono materiali che trasmettono solamente le componenti di campo elettrico che oscillano in un piano ben preciso: sono i **FILTRI POLARIZZATORI**. La luce che li attraversa diventa polarizzata LINEARMENTE. Due filtri polarizzatori in sequenza trasmetteranno più o meno luce a seconda di come sono orientato. Due filtri con polarizzazione ortogonale tra di loro non trasmettono più alcuna luce. Su uno schema simili si basa il funzionamento degli schermi a cristalli liquidi (LCD).



Introduzione all'argomento

POLARIZZAZIONE PER RIFLESSIONE

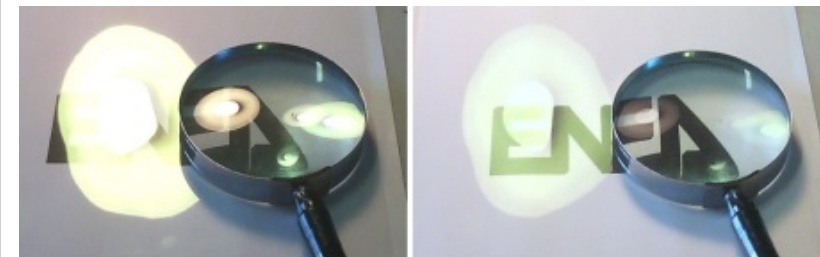
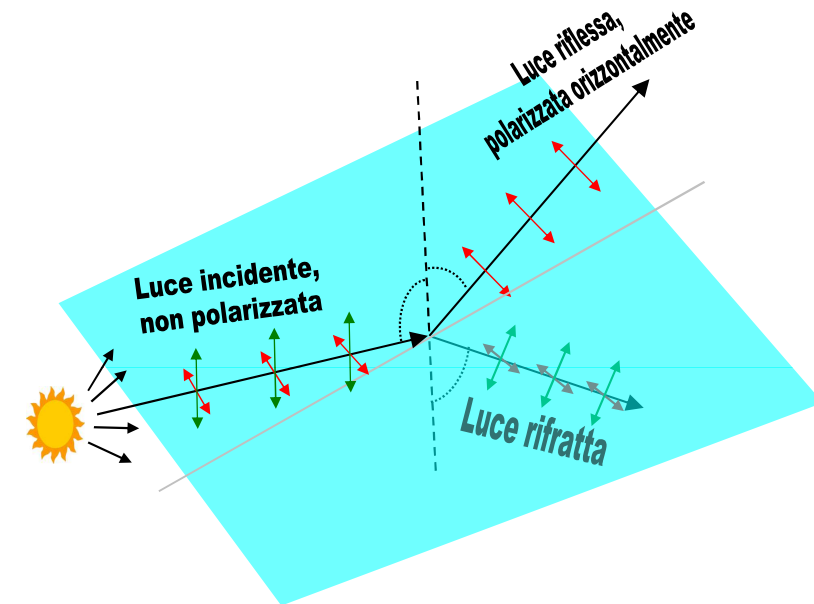
Quando una luce non polarizzata incide su una superficie, la luce riflessa diventa in parte **polarizzata orizzontalmente**, cioè con il campo elettrico che oscilla parallelamente alla superficie, con un grado di polarizzazione che dipende dal grado di incidenza.

Per un particolare angolo di incidenza, θ_B , **angolo di Brewster**, l'onda riflessa è completamente polarizzata, avendo perso del tutto la componente giacente nel piano di incidenza. Il valore di questo angolo dipende dal rapporto dell'indice di rifrazione del mezzo in cui si propaga la luce e quello del materiale da cui viene riflessa:

$$\tan(\theta_B) = n_2 / n_1$$

Nel caso di luce riflessa sull'acqua, essendo $n_{\text{aria}} = 1$ e $n_{\text{acqua}} = 1.33$ l'angolo di Brewster è pari a 53° . Se la luce si riflette sul vetro $\theta_B = 58^\circ$ e se si riflette su diamante $\theta_B = 68^\circ$.

Nella foto a lato, il logo ENEA è sotto un foglio di plastica trasparente. L'immagine a sinistra è quella che verrebbe con una normale fotocamera, quella a destra è ottenuta applicando all'obiettivo un filtro polarizzatore che non fa passare la luce polarizzata orizzontalmente. In questo modo i riflessi sono notevolmente attenuati.



Alcuni effetti della polarizzazione

Una volta che la luce è polarizzata, è possibile **ruotare** il piano di polarizzazione tramite particolari materiali. Il grado di rotazione dipende dal materiale stesso, dal suo spessore e dalla lunghezza d'onda della luce.

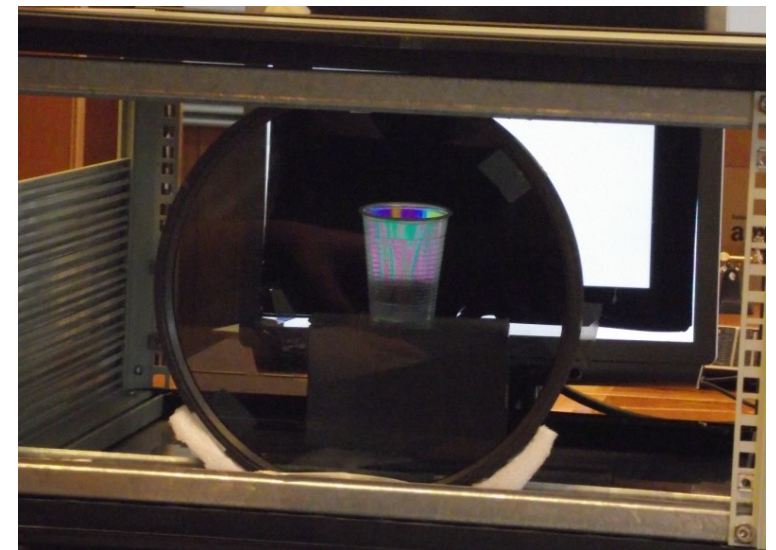
Materiali plastici generalmente ruotano la polarizzazione della luce, ma l'angolo di cui la ruotano dipende dallo stato di stress della plastica stessa.

Può accadere, quindi, che una zona particolare di un bicchiere di plastica ruoti la luce rossa di 20° e la luce blu di 60° , in un'altra zona accade il contrario.

Immaginiamo, ora, di prendere due polarizzatori incrociati e porli davanti ad una sorgente di luce bianca. La luce è polarizzata linearmente dal primo polarizzatore e, arrivata sul secondo polarizzatore, viene completamente assorbita.

Ma se tra i due polarizzatori introduciamo una sostanza che ruota in modo casuale le diverse lunghezza d'onda della luce, alcuni colori riusciranno a passare il secondo polarizzatore.

Un bicchiere di plastica, che normalmente è trasparente, apparirebbe magicamente di mille colori.



Un dispositivo realizzato da studenti in alternanza scuola-lavoro, in cui un bicchiere di plastica, investito da luce polarizzata si vede colorato se osservato dietro un secondo polarizzatore.

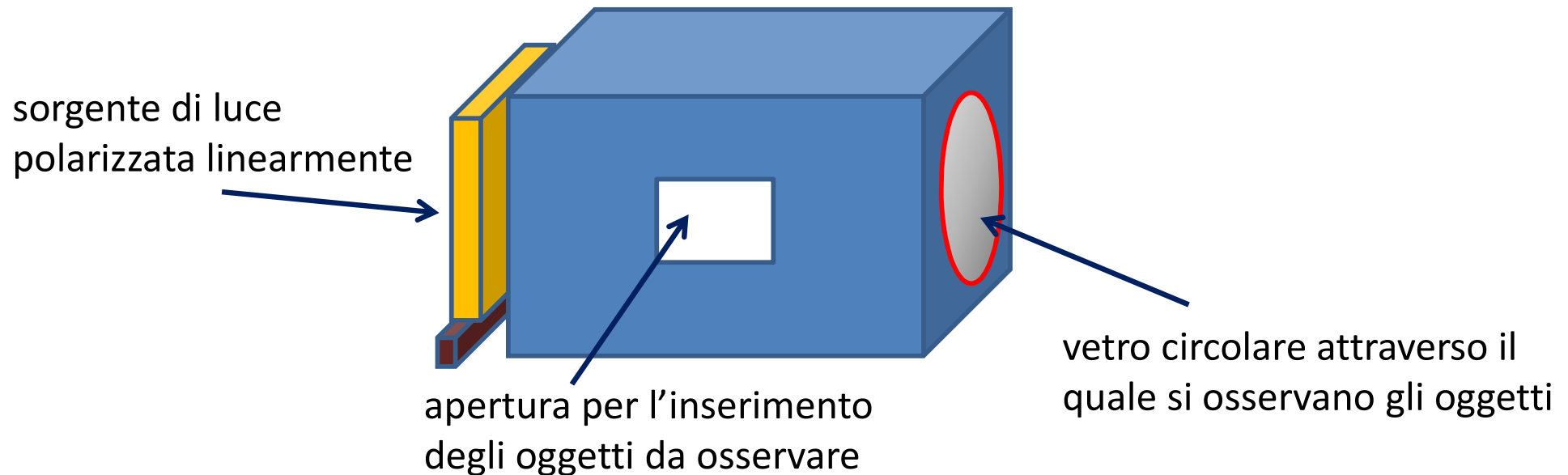
Descrizione attività da svolgere durante l'Open Day

Sul tavolo dedicato alla polarizzazione della luce sarà collocato il dispositivo realizzato dagli studenti che hanno seguito un corso di alternanza scuola-lavoro in ENEA, un grosso contenitore le cui pareti non fanno passare la luce tranne che dal lato dei visitatori, dove c'è un vetro circolare. I visitatori saranno invitati ad osservare attraverso il vetro, verificando che non sembra esserci alcuna fonte luminosa.

Quindi, lo studente mostrerà un vetrino su cui sono stati incollati dei piccoli pezzi di scotch, in modo abbastanza casuale, facendo vedere che si tratta di normalissimo scotch da ufficio e quindi assolutamente trasparente.

A questo punto inserirà il vetrino all'interno del dispositivo, senza fare alcun'altro intervento (accendere luce o spostare lampade) e, come per magia, lo scotch sul vetrino si illuminerà di tanti colori.

Inoltre, ruotando il grande vetro circolare attraverso il quale si vede l'interno del contenitore, i colori dello scotch cambiano.



Discorso/spiegazione da fare ai visitatori

Una volta aver meravigliato i visitatori con le immagini colorate di oggetti che normalmente appaiono trasparenti, lo studente dovrà spiegare che questo fenomeno è dovuto ad una particolare caratteristica delle onde luminose che è, appunto, la polarizzazione.

Il concetto di polarizzazione non è molto elementare, ma per far capire cosa sia si possono utilizzare degli esempi. Una corda messa in oscillazione verticale fa propagare in avanti l'oscillazione: questo propagarsi è analogo al diffondersi dell'onda elettromagnetica, mentre il movimento della mano (in su e in giù) ne rappresenta la polarizzazione. Gli esseri umani non sono sensibili alla polarizzazione della luce (a differenza di molti insetti) e quindi una luce polarizzata non ci appare diversa da una non polarizzata. Possiamo, quindi, valutare il grado di polarizzazione esclusivamente vedendone gli effetti.

A questo punto lo studente dovrà spiegare il motivo per cui gli oggetti di plastica, un bicchiere o un pezzo di scotch, si colorano una volta inseriti nel contenitore 'misterioso'.

Per far questo dirà innanzitutto che la polarizzazione di un'onda può ruotare, se passa attraverso alcuni materiali. L'angolo di rotazione è variabile in funzione del materiale, del suo spessore e del colore della luce che lo attraversa. Per gli oggetti stampati in plastica, inoltre, tale angolo dipende anche dallo stato di stress della plastica stessa.

Una volta detto questo, mostrerà ai visitatori che il contenitore ha, da un lato, una sorgente di luce polarizzata e dall'altro un polarizzatore. Ruotando quest'ultimo si può vedere la luce, oppure 'spegnerla' completamente. Ma all'interno del contenitore la luce c'è ancora (anche se non la vediamo). Inserendo dello scotch in questa zona, polarizzazione della luce viene ruotata e, a questo punto, può essere vista attraverso il secondo polarizzatore.

