



## Proprietà ottiche dei dielettrici: l'indice di rifrazione

### Prerequisiti:

Leggi della riflessione e della rifrazione, funzioni trigonometriche, polarizzazione, errore di misura, rappresentazione grafica dei dati.

### Misurazione dell'indice di rifrazione con il disco di Hartle

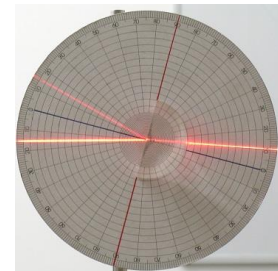
Oggi utilizzeremo un apparato chiamato disco di Hartle. Consiste di un semi-cilindro di materiale trasparente (dielettrico) incollato al centro di un goniometro. Un fascio laser espanso in direzione verticale lascia una traccia del percorso della luce sul goniometro, sia prima di incidere sul semi-cilindro sia dopo che è stato riflesso e sia dopo che è stato rifratto (nel seguito indicheremo indifferentemente questo raggio con l'aggettivo rifratto o trasmesso, e l'angolo con la lettera  $t$ ). Il raggio subisce una deviazione attraversando la superficie piana, ma non attraversando la superficie curva perché proviene dal centro del semi-cilindro, quindi possiamo comodamente leggere sul goniometro gli angoli di incidenza, di riflessione e di rifrazione indicati dal percorso stesso dei raggi luminosi.

L'apparato può essere utilizzato per misurare l'indice di rifrazione in tre modi diversi:

- 1.1. Tramite la verifica della legge di Snell
- 1.2. Tramite la misura dell'angolo limite
- 1.3. Tramite la misura dell'angolo di Brewster.

1.1 La legge di Snell afferma che

$$\frac{\sin i}{\sin t} = \frac{n_p}{n_a} \cong n_p$$



Dove  $n_p$  è l'indice di rifrazione della plastica e  $n_a$  è l'indice di rifrazione dell'aria che è quasi uguale a 1. Per verificare la legge ruotare il goniometro in modo che la luce incida sulla faccia piana del semi-cilindro al centro del goniometro. Ruotare il goniometro in modo che l'angolo di incidenza abbia i valori in tabella; quindi misurate l'angolo di trasmissione e calcolate le grandezze derivate. L'indice di rifrazione dovrebbe essere sempre lo stesso entro degli errori.

Ricordiamo che l'errore  $\Delta(\sin x) = \Delta x \cos x$ .

$(i \pm \Delta i)^\circ$	$(t \pm \Delta t)^\circ$	$\sin i$	$\Delta(\sin i)$	$\sin t$	$\Delta(\sin t)$	n	$\Delta n$
15							
30							
45							
60							
75							

1.2 Misura dell'angolo limite

Se giriamo il disco di Hartle in modo che la luce incida sulla faccia curva del semi-cilindro, il raggio proseguirà diritto al centro del disco e avremo la rifrazione da plastica ad aria, con uno scambio di ruoli fra  $i$  ed  $t$  nella formula di Snell

$$\frac{\sin i}{\sin t} = \frac{n_a}{n_p} \cong \frac{1}{n_p}$$

Il raggio rifratto  $t$  forma adesso un angolo maggiore di quello incidente  $i$ . All'aumentare dell'angolo di incidenza  $i$  l'angolo di rifrazione  $r$  raggiunge infine i 90 gradi e poi scompare: per valori superiori dell'angolo di incidenza il raggio sarà completamente riflesso. Questo fenomeno si chiama riflessione totale e l'angolo per cui  $t=90$  gradi si chiama angolo limite. Provate a misurare l'angolo limite  $i_l$  e a ricavare l'indice di rifrazione dalla formula di Snell.

$(i_l \pm \Delta i_l)^\circ$	$(t_l \pm \Delta t_l)$	$\text{sen } i_l \pm \Delta \text{sen } i_l$	$\text{sen } t_l \pm \Delta \text{sen } t_l$	$n \pm \Delta n$

### 1.3 Misura dell'angolo di Brewster

Ruotiamo di 180 gradi il disco e torniamo nelle condizioni in cui il raggio incide sulla faccia piana del semi-cilindro provenendo dall'aria. L'angolo di Brewster è quell'angolo di incidenza per cui il raggio riflesso e quello rifratto formano un angolo retto. Si verifica anche che in questa condizione il raggio riflesso è completamente polarizzato (potete verificarlo mettendo un polaroid subito dopo la riflessione).

L'indice di rifrazione è connesso all'angolo di Brewster  $\theta_B$  dalla formula

$$\tan \theta_B = n$$

$$\Delta(\tan \theta_B) = \Delta n = \frac{\Delta \theta_B}{\cos^2 \theta_B}$$

$(\theta_B \pm \Delta \theta_B) (^\circ)$	$n \pm \Delta n$

Domanda: quale dei tre metodi ha un errore maggiore? E quale l'errore più piccolo?