

# MISURE DI INDICE DI RIFRAZIONE

## SOMMARIO

L'obiettivo dell'esperienza consiste nella misura degli indici di rifrazione del plexiglass e dell'acqua.

## MATERIALE A DISPOSIZIONE

- Banco ottico con sorgente luminosa;
- un semicilindro di plexiglass;
- un diottro sferico riempito di acqua;
- un metro a nastro (risoluzione 1 mm).

## MISURE DA EFFETTUARE ED ANALISI

### INDICE DI RIFRAZIONE DEL PLEXIGLASS

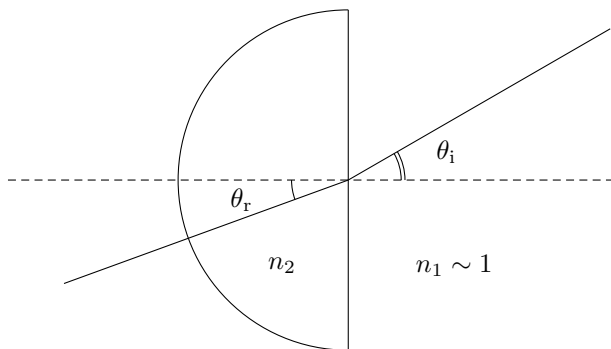


FIGURA 1: Schematizzazione dell'apparato per la misura dell'indice di rifrazione del plexiglass. L'angolo di incidenza  $\theta_i$  (di rifrazione  $\theta_r$ ) è l'angolo formato dal raggio luminoso incidente (rifratto) con la normale alla superficie di separazione tra i due mezzi.

Se un raggio di luce passa da un mezzo con indice di rifrazione  $n_1$  ad uno con indice di rifrazione  $n_2$ , gli angoli di incidenza e di rifrazione sono legati tra di loro dalla legge di Snell

$$n_1 \sin \theta_i = n_2 \sin \theta_r. \quad (1)$$

Si posiziona il semicilindro in modo che il raggio incida al centro della superficie piana rifrangente (per evitare una seconda rifrazione in uscita) e si misuri una serie di coppie  $(\sin \theta_i, \sin \theta_r)$  per un certo numero (diciamo 10) di valori di  $\theta_i$ . Si ricavi l'indice di rifrazione cercato da un fit lineare alle misure, ricordando che l'indice di rifrazione dell'aria è con buona approssimazione  $n_1 \sim 1$ .

### INDICE DI RIFRAZIONE DELL'ACQUA

Con riferimento alla figura 2, e detto  $r$  il raggio del diottro,  $p$  e  $q$  sono legati dalla relazione

$$\frac{n_2}{p} + \frac{n_1}{q} = \frac{(n_2 - n_1)}{r}. \quad (2)$$

Operativamente, fissata una posizione per la sorgente, si muova lo schermo fino a che l'immagine non è a fuoco,

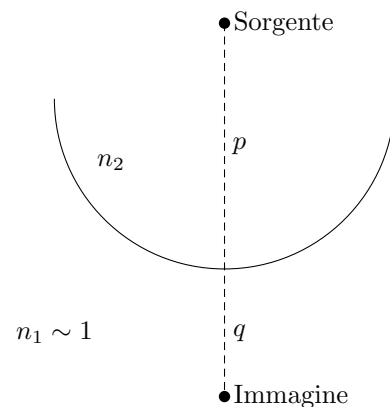


FIGURA 2: Schematizzazione dell'apparato per la misura dell'indice di rifrazione dell'acqua. Le grandezze  $q$  e  $p$  sono definite, rispettivamente come la distanza dal vertice del diottro della sorgente e dell'immagine (a fuoco sullo schermo).

e si misurino  $p$  e  $q$ . Si ripeta l'operazione per diverse posizioni della sorgente e si costruisca il grafico cartesiano di  $1/q$  in funzione di  $1/p$ . Ricordando che  $n_1 \sim 1$ , per la (2) le due grandezze saranno legate da

$$\frac{1}{q} = -\frac{n_2}{p} + \frac{(n_2 - 1)}{r}. \quad (3)$$

Tramite fit lineare si stimi l'indice di rifrazione cercato come il coefficiente angolare della retta di *best fit*.

## CONSIDERAZIONI PRATICHE

### INDICE DI RIFRAZIONE DEL PLEXIGLASS

Tra la sorgente e il plexiglass vanno montati un diaframma a fenditura e una lente convergente per ottenere un fascio di luce sottile.

### INDICE DI RIFRAZIONE DELL'ACQUA

Come vedrete, la sorgente luminosa è immersa in acqua, per cui si raccomanda di fare attenzione, durante gli spostamenti, onde evitare spiacevoli fuoriuscite.

Si noti che l'oggetto da mettere a fuoco è un piccolo rombo incollato sulla sorgente.

## 1 APPENDICE: VALORI TABULATI

Si riportano di seguito i valori *indicativi* degli indici di rifrazione da misurare.

Materiale	$n$
Plexiglass	1.48
Acqua	1.33

Si veda il retro per un programma di esempio per l'analisi dei dati con il calcolatore.

```

1  # Programma di esempio per l'analisi delle misure sull'indice di rifrazione di acqua e plexiglass
2  import pylab
3  from scipy.optimize import curve_fit
4
5  # Dati in ingresso per il diottro (da modificare con le vostre misure).
6  p = pylab.array([45.6, 42.9, 41.0, 38.7, 35.8, 34.1], 'd')
7  q = pylab.array([43.5, 47.6, 51.2, 56.4, 68.1, 75.4], 'd')
8  Dp = pylab.array(len(p)*[0.5], 'd')
9  Dq = pylab.array(len(q)*[1], 'd')
10
11 # Plot di 1/q vs 1/p
12 pylab.figure(1)
13 pylab.title('Indice di rifrazione dell\'acqua')
14 pylab.xlabel('1/p [1/cm]')
15 pylab.ylabel('1/q [1/cm]')
16 pylab.grid(color = 'gray')
17 pylab.errorbar(1./p, 1/q, Dp/(p*p), Dq/(q*q), 'o', color='black' )
18
19 # Fit con una retta - nota che le incertezze sono ignorate!
20 def f(x, a, b):
21     return a*x + b
22
23 popt, pcov = curve_fit(f, 1./p, 1/q, pylab.array([-1.,1.]))
24 a, b = popt
25 da, db = pylab.sqrt(pcov.diagonal())
26 print('Acqua: n = %f +- %f' % (a, da))
27 pylab.plot(1./p, f(1./p, a, b), color='black' )
28 pylab.savefig('rifrazione_acqua.png')
29
30 # Dati in ingresso per il plexiglass (da modificare con le vostre misure).
31 # In questo esempio x = R*sin(theta_r), y = R*sin(theta_i) [cm]
32 x = pylab.array([1.25, 1.85, 2.9, 4.35, 0.5, 0.25, 0.8, 1.5, 4.8], 'd')
33 y = pylab.array([1.9, 2.5, 4.2, 6.65, 0.75, 0.45, 1.1, 2.4, 7. ], 'd')
34 Dx = pylab.array(len(x)*[0.1], 'd')
35 Dy = pylab.array(len(y)*[0.1], 'd')
36
37 # Plot di x vs y
38 pylab.figure(2)
39 pylab.title('Indice di rifrazione del plexiglass')
40 pylab.xlabel('R sin(theta_r) [cm]')
41 pylab.ylabel('R sin(theta_i) [cm]')
42 pylab.grid(color = 'gray')
43 pylab.errorbar(x, y, Dx, Dy, 'o', color='black' )
44
45 # Fit con una retta per essere sicuri che il termine noto sia compatibile con zero
46 popt, pcov = curve_fit(f, x, y, pylab.array([1.,0.]))
47 a, b = popt
48 da, db = pylab.sqrt(pcov.diagonal())
49 print('Plexiglass: b = %f +- %f compatibile con 0?' % (b, db))
50
51 # Fit con la legge di Snell
52 def f1(x, a):
53     return a*x
54
55 popt, pcov = curve_fit(f1, x, y, pylab.array([1.]))
56 print('Plexiglass: n = %f +- %f' % (popt, pylab.sqrt(pcov.diagonal())))
57 pylab.plot(x, f1(x, a), color='black' )
58 pylab.savefig('rifrazione_plexiglass.png')
59
60 pylab.show()

```