



# La legge di rifrazione

Quando la luce passa da un mezzo con indice di rifrazione  $n_1$  a un mezzo con indice di rifrazione  $n_2$  il raggio incidente, il raggio rifratto e la normale giacciono sullo stesso piano e l'angolo di rifrazione  $f^\wedge$  è legato all'angolo di incidenza  $i^\wedge$  dalla relazione

$$n_1 \sin i = n_2 \sin f$$

Questo perché la luce si propaga non solo nel vuoto ma anche in altri mezzi. Tuttavia gli atomi della materia in parte la assorbono, in parte la diffondono e in parte la rimettono. Per questa ragione la velocità della luce in un mezzo diverso dal vuoto è minore di quella nel vuoto.

L'indice di rifrazione di un materiale equivale al rapporto tra la velocità della luce nel vuoto ( $c = 3 \times 10^8$  m/s) e la velocità della luce nel materiale ( $v$ )

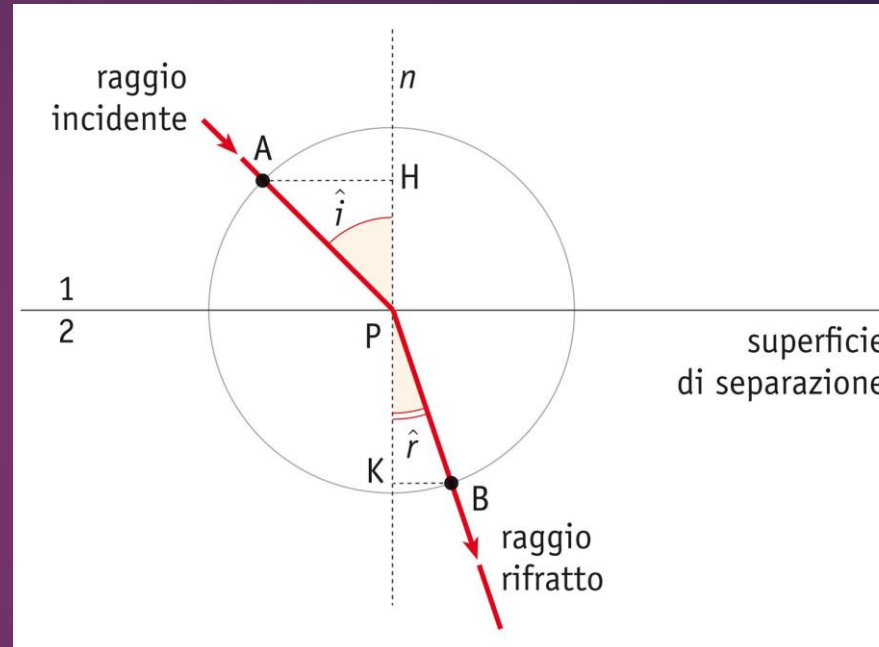
$$n = \frac{c}{v}$$

## Scopo dell'esperimento

Trovare i valori degli indici di rifrazione di alcune sostanze (acqua, olio di semi e alcool)

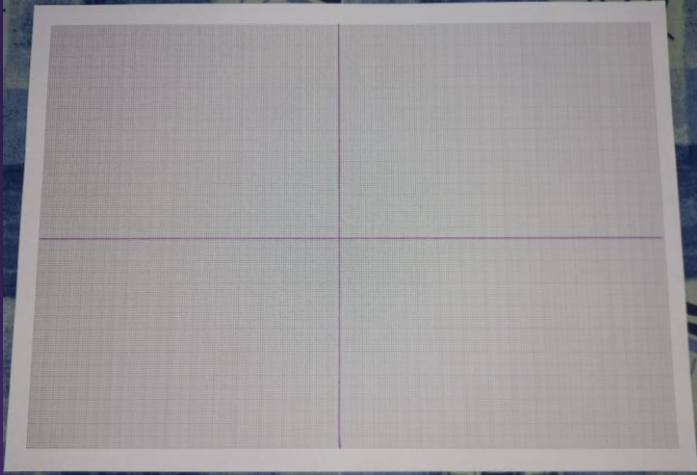
## Materiale utilizzato:

- luce laser
- contenitore trasparente
- foglio di carta millimetrata
- squadre
- goniometro
- acqua
- alcool puro
- olio di semi



## Procedimento

1-posiziono un foglio di carta millimetrata identificando gli assi  $x$  e  $y$



2-posiziono il contenitore trasparente in corrispondenza di uno degli assi riempiendolo con il primo liquido: l'acqua

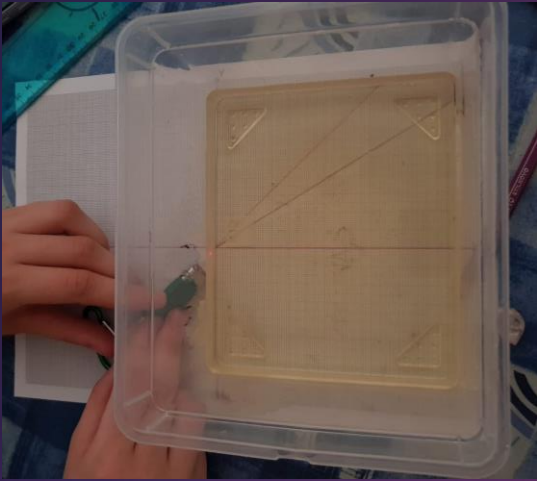


3-posiziono la luce laser in corrispondenza dell'origine degli assi con una inclinazione di  $45^\circ$  rispetto alla normale e individuo l'inclinazione del raggio che si individua invece dopo il passaggio nel liquido

4-ripeto il procedimento inclinando la luce laser di  $70^\circ$



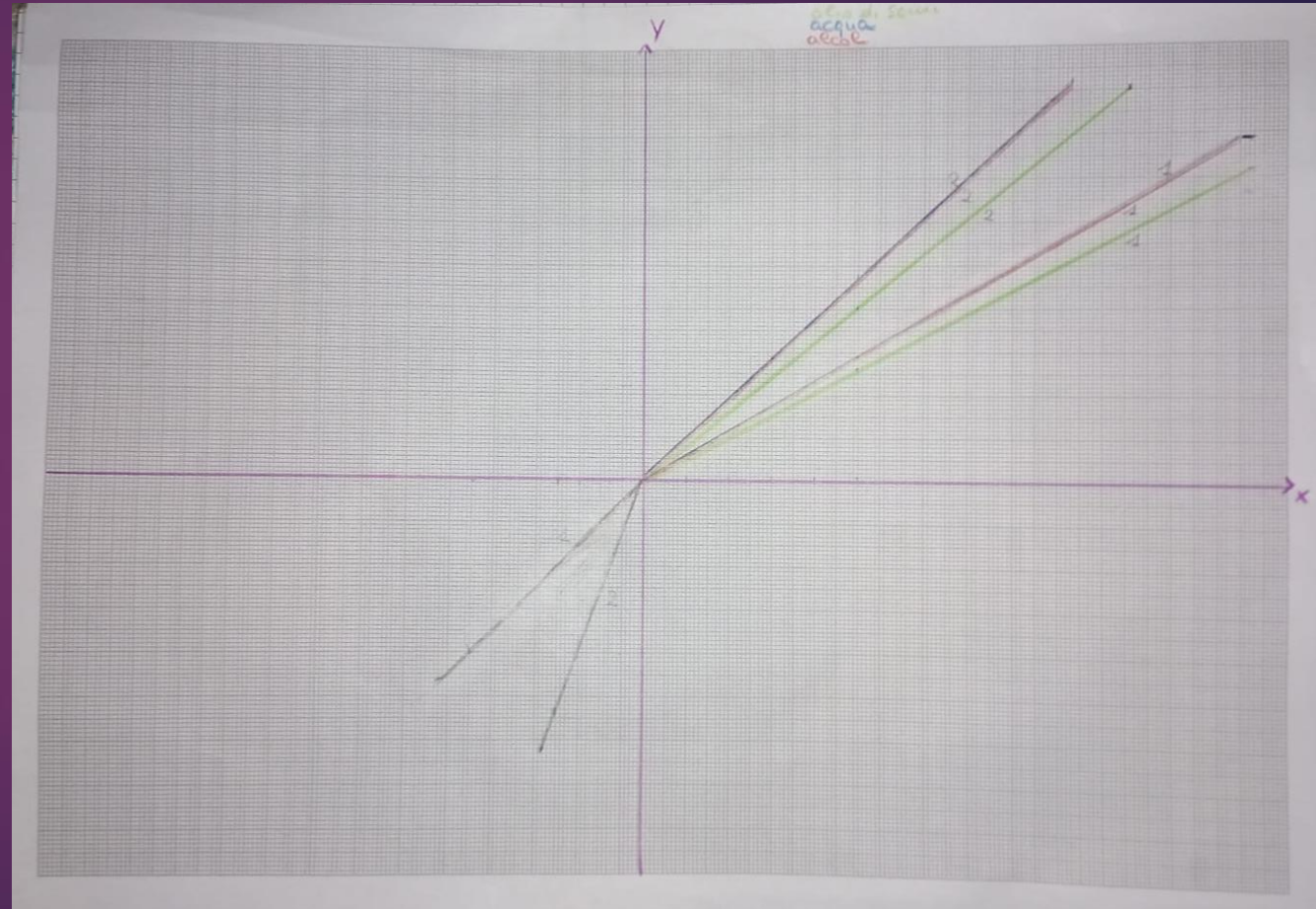
5-ripeto le stesse misurazioni utilizzando l'olio di semi



6-ripeto utilizzando l'alcol



7-traccio la direzione dei raggi trasmessi dalla luce laser, poiché poco visibili ad occhio, per poterne effettuare le corrette misurazioni



## Dati raccolti

Nella seguente tabella riporto i valori del seno dell'angolo di incidenza e dell'angolo di rifrazione, ottenuti calcolando il rapporto tra il cateto opposto all'angolo e l'ipotenusa.

	sostanza	Indice di rifrazione	angolo	sin i	sin r
1	acqua	1,333	45°	4/5,8	2,95/5,8
2	acqua	1,333	70°	5,3/5,8	4,7/6,8
3	olio di semi	1,473	45°	4/5,8	2,65/5,65
4	olio di semi	1,473	70°	5,3/5,8	4/6,45
5	alcol etilico	1,362	45°	4/5,8	2,9/5,8
6	alcol etilico	1,362	70°	5,3/5,8	4,6/6,85

## Elaborazione dati

Attraverso i dati ricavati calcolo gli indici di rifrazione utilizzando la formula  $n_2 = n_1 \sin i / \sin r$ .

In seguito li confronto con gli indici di rifrazione riportati nella tabella.  $n_1$  in questo caso equivale all'indice di rifrazione dell'aria, ovvero 1.

	sostanza	Calcolo dell' indice di rifrazione
1	acqua	$4/5,8 \times (5,8/2,95) = \mathbf{1,356}$
2	acqua	$5,3/5,8 \times (6,85/4,7) = \mathbf{1,322}$
3	olio di semi	$4/5,8 \times (5,65/2,6) = \mathbf{1,470}$
4	olio di semi	$5,3/5,8 \times (6,45/4) = \mathbf{1,473}$
5	alcool etilico	$4/5,8 \times (5,8/2,9) = \mathbf{1,379}$
6	alcool etilico	$5,3/5,8 \times (6,85/4,6) = \mathbf{1,360}$

## Trattazione degli errori

Dal momento che gli strumenti di misura avevano una data sensibilità (e conseguentemente un margine di errore) si è resa necessaria una trattazione di tali errori al fine di accertare la correttezza dell'esperimento.

L'errore assoluto delle misure fatte manualmente corrisponde alla sensibilità dello strumento (0,05 cm).

Per calcolare l'errore sull'indice di rifrazione, essendo stato ottenuto attraverso un rapporto, è necessario sommare gli errori relativi su ciascuna misura effettuata manu ( $E_a/\text{misura}$ ) e poi moltiplicare il valore ottenuto per  $n_2$ , in modo da ottenere l'errore assoluto da attribuire ad esso.

	<b>Errore relativo</b>	<b>Errore assoluto</b>
	$0,05/4+0,05/5,8+0,05/2,95+0,05/5,8 = 0,047$	0,063
	$0,05/5,3+0,05/5,8+0,05/4,7+0,05/6,8 = 0,036$	0,048
	$0,05/4+0,05/5,8+0,05/2,65+0,05/5,65 = 0,049$	0,072
	$0,05/5,3+0,05/5,8+0,05/4+0,05/6,45 = 0,038$	0,056
	$0,05/4+0,05/5,8+0,05/2,9+0,05/5,8 = 0,047$	0,065
	$0,05/5,3+0,05/5,8+0,05/4,6+0,05/6,85 = 0,036$	0,049



Secondo la procedura sperimentale i valori degli indici di rifrazione di acqua, olio di semi e alcool risultano i seguenti:

acqua	$1,36 \pm 0,07$
	$1,32 \pm 0,05$
olio di semi	$1,47 \pm 0,08$
	$1,47 \pm 0,06$
alcool	$1,38 \pm 0,07$
	$1,36 \pm 0,05$

I valori teorici attesi sono i seguenti:

acqua	1,33
olio di semi	1,47
alcool	1,36

### Conclusione

I risultati dei due tentativi di calcolo per ognuna delle tre sostanze, possono essere considerati corretti se prendiamo in considerazione le incertezze, dovute all'imprecisione degli strumenti (tra i quali il contenitore in plexiglass e la luce laser della quale risulta poco visibile il raggio luminoso).

# La legge di riflessione

Sono molti gli oggetti che riflettono parte della luce che li colpisce.

Quando un raggio luminoso colpisce una superficie liscia e regolare come quella di uno specchio, si distinguono due angoli da esso formati:

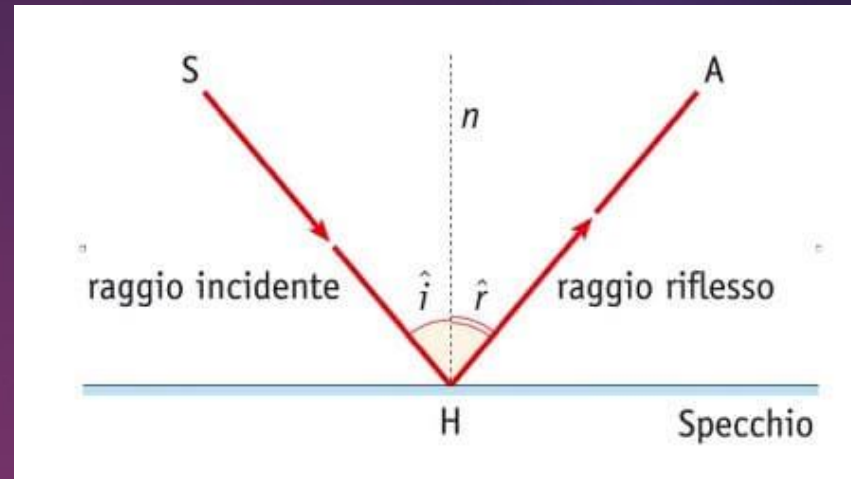
-L'angolo di incidenza che è l'angolo che il raggio incidente forma con la normale, ovvero la retta perpendicolare al piano dello specchio nel punto di incidenza.

-L'angolo di riflessione che è l'angolo formato dal raggio riflesso con la normale.

**Il raggio incidente, il raggio riflesso e la normale alla superficie riflettente nel punto di incidenza giacciono tutti sullo stesso piano e l'angolo di riflessione è uguale all'angolo di incidenza.**

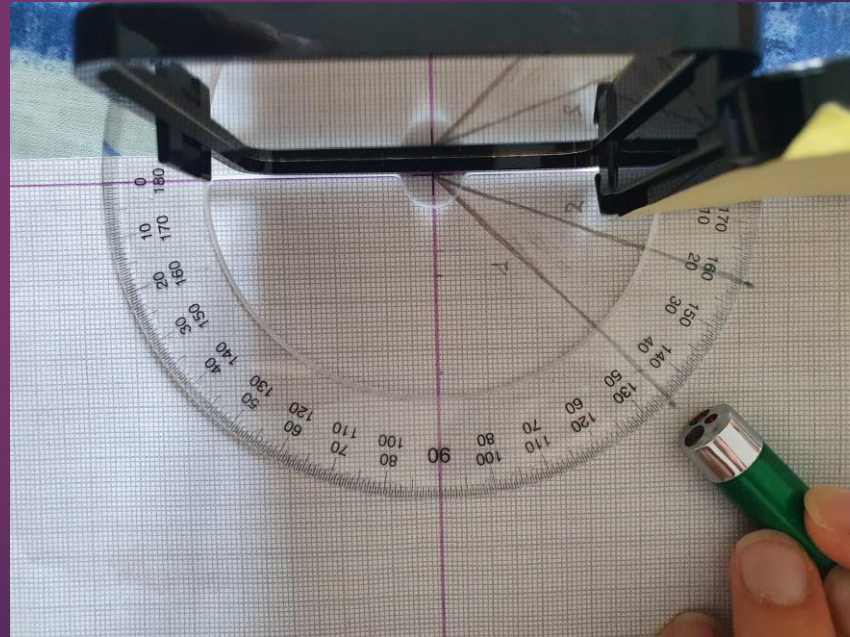
## Scopo dell'esperimento

Verificare l'equivalenza tra la misura dell'angolo di incidenza e quella dell'angolo di riflessione.



## Materiale

- specchietto
- luce laser
- foglio di carta millimetrata
- goniometro





Video dell'esperimento

### Conclusione

In entrambi i casi risulta verificata la seconda legge di Snell, poiché l'angolo incidente risulta sempre uguale all'angolo di riflessione

