

ISTITUTO TECNICO STATALE PER GEOMETRI "A. VOLTA"

Località Cravino - 27100 PAVIA - tel 0382 526353 - fax 0382 526596

Università degli Studi di Pavia
**CENTRO DI STUDI PER LA DIDATTICA
DELLA FACOLTA' DI SCIENZE**
via Bassi, 6 27100 PAVIA tel 0382 507471

**A.I.F.
SEZIONE DI PAVIA**
via Bassi, 6 tel 507471

**XXI CORSO DI AGGIORNAMENTO IN FISICA
ANNO 1997
"OTTICA"**

Laboratorio:
Banco ottico, riflessione, rifrazione

Pavia - Autunno 1997

Rifrazione 1

Legge di Snellius

a) Analisi dell' esperimento

1) Inizialmente si esamina la funzione $\hat{i} = f(\hat{r})$; \hat{i} è l'angolo di incidenza ed \hat{r} il corrispondente angolo di rifrazione .

Successivamente si studia la funzione $d = f(s)$; d ed s sono le distanze dalla normale ai punti ove rispettivamente il raggio incidente ed il raggio rifratto incontrano la circonferenza di rifrazione .



Def . della circonferenza di rifrazione .

E' una circonferenza di raggio arbitrario, giacente nel piano di incidenza e con centro nel punto di incidenza .

2) L'elaborazione dei dati sperimentali.

Con i dati della prima tabella si ottiene un grafico rettilineo solo nella prima parte (circa 30°) . Non sono gli errori accidentali i responsabili dello spostamento dalla linea retta ; per loro natura essi dovrebbero dar luogo a punti sia sopra che sotto la retta del grafico ; c'è un " qualcosa di sistematico " .

Nella seconda rappresentazione grafica si ottiene una retta passante per l'origine ; si può quindi affermare che d ed s sono direttamente proporzionali

$$d / s = \text{costante} = n$$

3) Se gli studenti conoscono la trigonometria si può loro suggerire di dividere numeratore e denominatore della relazione trovata per R raggio della circonferenza di rifrazione.

Si ottiene $d / R / s / R = n$

$$\text{sen } \hat{i} / \text{sen } \hat{r} = n$$

b) Disposizione sperimentale ed analisi dell' esperimento

1) Si fissa sul tavolino girevole il foglio di carta millimetrata e si pone su di esso il semicilindro trasparente in modo che il suo centro e quello della circonferenza di rifrazione coincidano e che uno dei due diametri disegnati sia perpendicolare alla superficie di rifrazione .

2) Si dispone il proiettore in luce parallela con il filamento della lampada e la fenditura verticali , in modo che nel piano si disegni un sottile fascetto luminoso .

3) In ogni fase dell' esperimento ci si deve sempre accertare della centratura (il raggio incidente passante per il centro della circonferenza di rifrazione) .

4) La sensibilità del foglio millimetrato è 1 div/mm ; massima cura va posta nell' individuare l' intersezione del bordo del fascio (considerando sempre lo stesso bordo) con la circonferenza di rifrazione .

Per piccole distanze l' errore può superare il 10% .

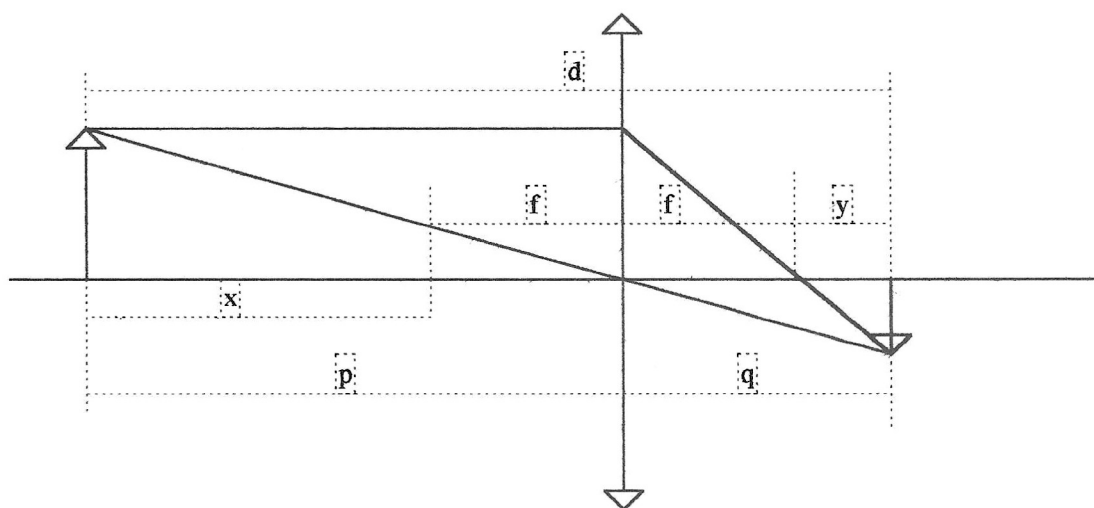
5) Si varia a piacere d e si misurano i corrispondenti valori di s (segnando magari inizialmente con una matita le intersezioni ed effettuando successivamente le letture) .

6) Il semicilindro di plexiglas può essere sostituito da un semicilindro cavo di plastica trasparente pieno d'acqua per lo studio della rifrazione aria - acqua .

Rifrazione 2

Studio di una lente sottile

a) Analisi dell' esperimento



1) Si vuole studiare la funzione $y = f(x)$ in cui x è la distanza oggetto - fuoco ed y è quella fuoco - immagine di una lente convergente di data distanza focale, per arrivare alla nota relazione dei punti coniugati.

2) È possibile ritrovare il risultato per altra via, con una rielaborazione grafica dei risultati sperimentali, se gli studenti conoscono gli elementi fondamentali delle similitudini.

3) Lo studio della funzione $d = f(p)$ ci permetterà di interpretare teoricamente una osservazione sperimentale: non sempre è possibile mettere a fuoco l'oggetto sullo schermo!

d è la distanza oggetto - schermo
 p è quella oggetto - lente.

b) Avvertenze sperimentali ed esecuzione dell'esperimento

1) Si dispone il proiettore all'estremità del banco ottico .

Nel portadiaframmi si inserisce la freccia .

2) Posta la lente ad una prefissata distanza , per diversi valori di p si misurano i corrispondenti valori di d .

Spostando lo schermo l'immagine della freccia é a fuoco quando é illuminata al massimo e di minima larghezza (indipendentemente dall'alone azzurrino che compare all' intorno) .

3) Possiamo ritenere che la misura di d abbia un'incertezza di 0.5 cm per la difficoltà di determinare l'esatta posizione dello schermo .

4) Ecco la tabella sperimentale suggerita .

p (cm)	d (cm)	x = p - f (cm)	1/x (1/cm)	y=d - p - f (cm)	k (cm ²)	kmedio (cm ²)
40						
50						
--						
--						
120						

5) Costruiti i grafici $y = f(x)$ e $y = f(1/x)$ si arriva alla conclusione $xy = k$

Osservando il kmedio e confrontandolo con quello delle altre lenti é possibile pensare che esso sia il quadrato della distanza focale . I valori coincidono nell'ambito degli inevitabili errori .

$$\underline{xy = f^2}$$

Esprimendo x e y in funzione di p , q ed f $x = p-f$ $y = q-f$

$$(p - f)(q - f) = f^2$$

$$pq - pf - fq + f^2 = f^2$$

Dividendo ambo i membri per p q f

$$1/f - 1/p - 1/q = 0$$

$$\underline{1/p + 1/q = 1/f}$$

6) Altra rielaborazione grafica dei risultati sperimentali : $q = f(p)$

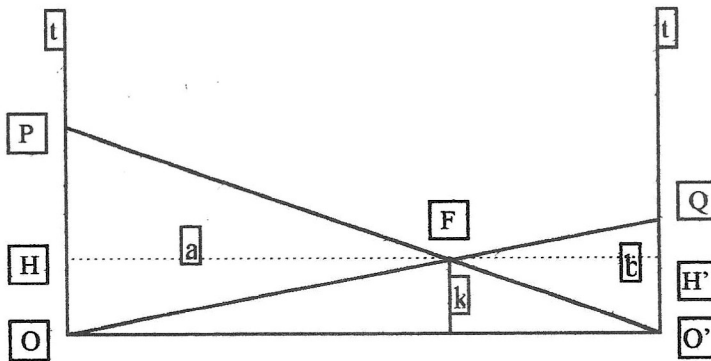
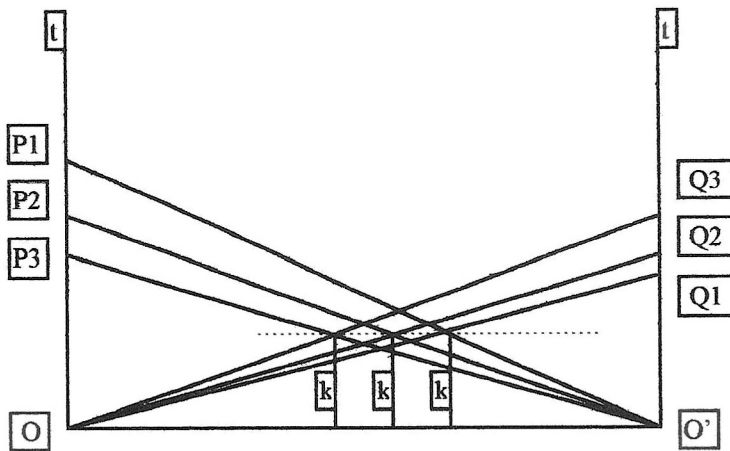
Si assume una retta r (base) e due assi t e t' perpendicolari alla retta r nei punti O ed O' ed a distanza arbitraria .

Riportiamo su t i valori di p e su t' i valori di q .

Uniamo i punti ottenuti con O' ed O (P_1, P_2, P_3, \dots con O' ; Q_1, Q_2, Q_3, \dots con O).

Le intersezioni delle coppie di rette corrispondenti appartengono ad una retta (entro i limiti degli errori) a distanza k dalla base .

Al variare di p e q , k rimane costante .



Dai triangoli simili POF e $FO'Q$ e PHF e $FH'O'$ si ha :

$$p / q = a / b = a / b = (p - k) / k$$

$$pk = qp - kq$$

$$1/q = 1/k - 1/p$$

$$\underline{1/p + 1/q = 1/k}$$

Ora se p diventa sempre più grande , $1/p$ diventa sempre più piccolo fino ad essere trascurabile $\Rightarrow 1/q = 1/k$

Se l'oggetto è a distanza infinita , l'immagine si forma a distanza k dalla lente , per cui

$$\underline{f = k .}$$

$$\underline{1/p + 1/q = 1/f}$$

N. B. Questo è un ottimo metodo per ricercare la distanza focale di una lente .

7) Un'interessante approfondimento teorico una volta trovata l'equazione dei punti coniugati è lo studio della funzione $d = f(p)$.

Si può calcolare e determinare graficamente il minimo valore di d per cui può essere messo a fuoco l'oggetto sullo schermo per una determinata lente , interpretando così il risultato sperimentale osservato .