

1. ABERRAZIONI OTTICHE

Tutte le formule sin qui ricavate (per gli specchi, per i diottri e per le lenti) si fondano sul presupposto che i sistemi siano stigmatici e cioè che ad un punto oggetto corrisponda un solo punto immagine.

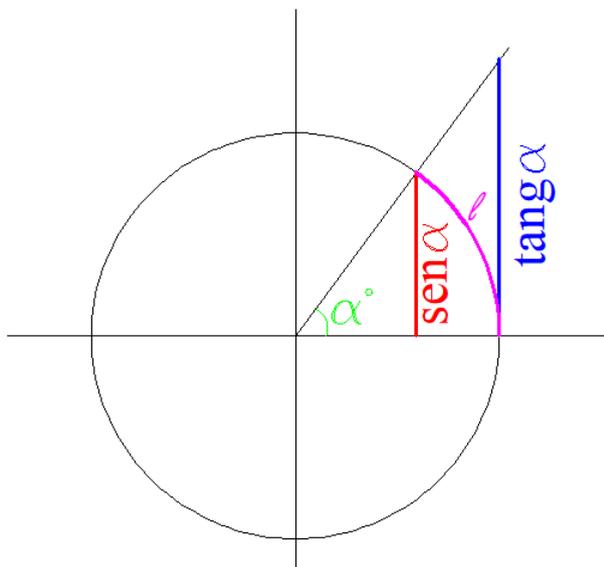
Questo si verifica solo quando gli angoli di inclinazione dei raggi luminosi rispetto all'asse ottico siano sufficientemente piccoli (minori di 10°).

Per angoli superiori infatti le note equazioni dei punti coniugati

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f} \quad \text{e} \quad \frac{n}{p} + \frac{n'}{q} = \frac{n' - n}{R}$$

(ed altre ad esse collegate) cessano di essere valide e andrebbero sostituite con formule assai più complesse piene di funzioni seno, coseno e tangente.

Le formule precedenti sono valide solo se l'**approssimazione di Gauss** è rispettata. Vediamo in cosa consiste tale approssimazione.



La circonferenza trigonometrica ha raggio unitario. Misurando gli angoli in radiante vale la relazione

$\ell = \alpha_{\text{rad}} R$ ma essendo $R=1$ risulta essere $\ell = \alpha_{\text{rad}}$.

E' facile constatare che, se l'angolo è espresso in radianti, esso è sempre maggiore del suo seno ed è sempre minore della sua tangente.

$$\text{sen } \alpha_{\text{rad}} < \ell < \text{tang } \alpha_{\text{rad}}$$

Tuttavia, se l'angolo diventa piccolo (minore di 10°), accade che

$$\alpha_{\text{rad}} \cong \text{sen } \alpha_{\text{rad}} \cong \text{tang } \alpha_{\text{rad}}$$

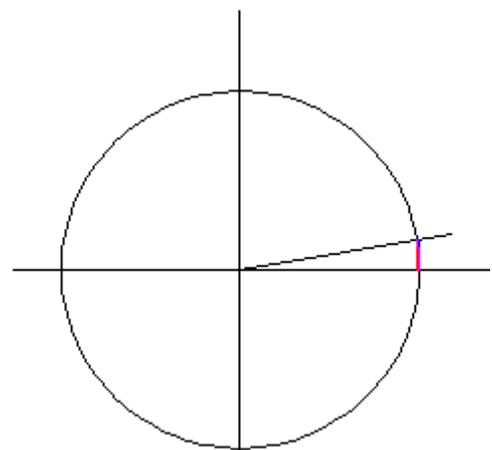
Infatti:

$$\alpha = 10^\circ = 0,174 \text{ rad}$$

$$\text{sen } 10^\circ = 0,173$$

$$\text{tang } 10^\circ = 0,176$$

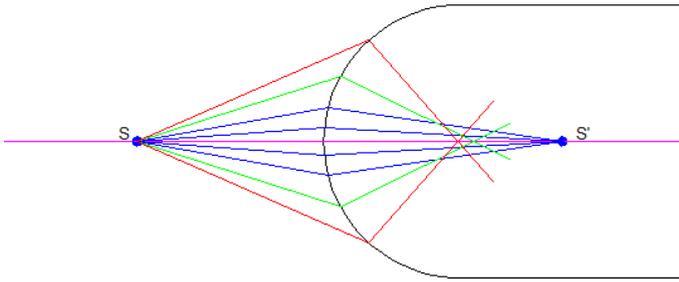
e per angoli minori le differenze sono ancora più piccole.



L'equazione dei punti coniugati (e quelle che da essa derivano) è valida a rigore solo se è rispettata l'approssimazione di Gauss e cioè solo per raggi la cui inclinazione rispetto all'asse ottico non superi i 10° .

I raggi con inclinazione $< 10^\circ$ vengono detti **raggi pariaassiali**.

ABERRAZIONE SFERICA DI UN DIOTTRO



Consideriamo l'immagine a fianco. I raggi parassiali (quelli blu) che partono dalla sorgente S con un angolo inferiore a 10° convergono nel punto S' secondo l'equazione

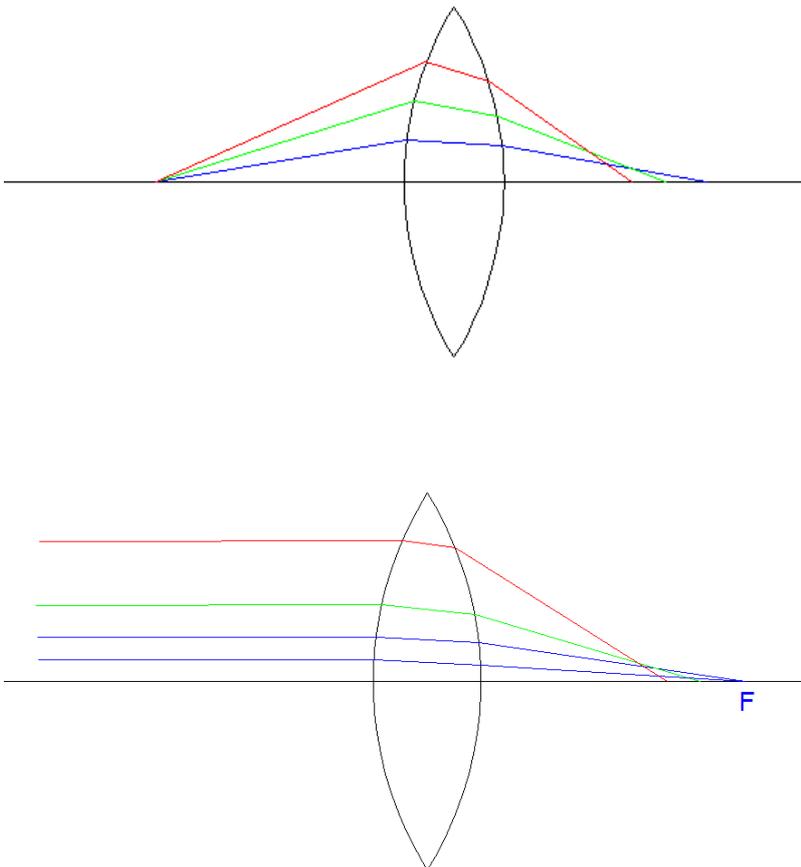
$$\frac{n}{p} + \frac{n'}{q} = \frac{n' - n}{R}$$

All'aumentare dell'angolo, i raggi (quelli di colore verde e rosso) convergono in punti che sono sempre più vicini al vertice. Il sistema non è più stigmatico.

E' possibile ovviamente riscrivere l'equazione dei punti coniugati di un diottro al di fuori dell'approssimazione di Gauss ma la formula diventa assai più complicata (presenta delle distanze al quadrato) e richiede strumenti matematici che esulano da questo corso.

ABERRAZIONE SFERICA DI UNALENTE SOTTILE

Essendo una lente una porzione di materiale trasparente delimitata da due diottri, solitamente sferici, le aberrazioni sferiche dei due diottri si ripercuotono sull'intera lente.



Il raggio di colore blu, essendo parassiale, rispetta l'equazione dei punti coniugati delle lenti sottili

$$\frac{1}{p} + \frac{1}{q} = \frac{1}{f}$$

I raggi di colore verde e rosso non sono parassiali e quindi non rispettano l'equazione precedente: all'aumentare dell'angolo la convergenza è più veloce.

Anche i raggi provenienti dall'infinito subiscono l'aberrazione: quelli blu convergono nel fuoco F, mentre quello verde e quello rosso convergono prima. Maggiore è la distanza dall'asse ottico e maggiore è l'entità dell'aberrazione.

E' come dire che una lente non ha un punto focale ma una zona focale.