Ottica geometrica

Si assume che un campo elettromagnetico, monocromatico in un mezzo isotropo, senza perdite, caratterizzato dall'indice di rifrazione $n = n(\vec{r})$ possa essere rappresentato come somma di termini del tipo:

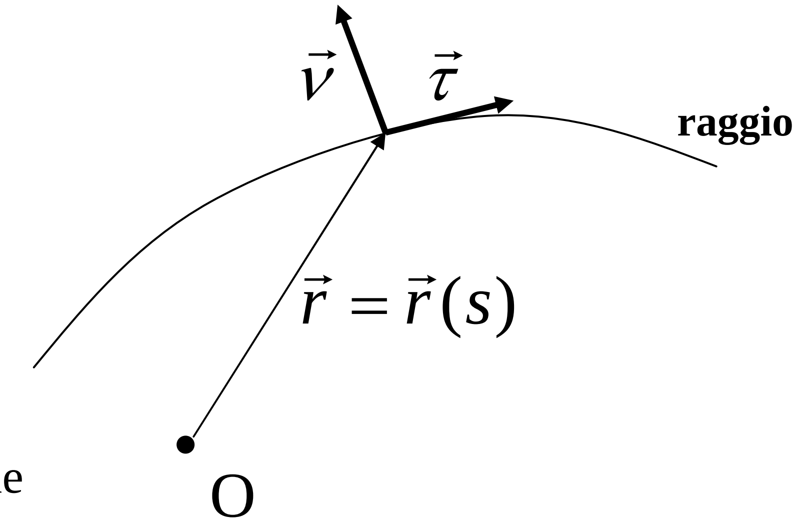
$$\begin{cases} \vec{E} = \vec{e}\, e^{-jkL} \\ \vec{H} = \vec{h}\, e^{-jkL} \end{cases}$$

dove

$k = 2\pi / \lambda$	è il numero d'onda nello spazio libero alla frequenza considerata,
$L = L(\vec{r})$	è una funzione reale della posizione detta **iconale**
$\vec{e} = \vec{e}(\vec{r}), \vec{h} = \vec{h}(\vec{r})$	sono funzioni della posizione che danno l'intensità e la polarizzazione del campo

Questa rappresentazione è valida se sono verificate le condizioni di lenta variabilità di $n, \vec{e}, \vec{h}$ e ∇L

Equazioni dell'ottica geometrica



$$\vec{\tau} = \frac{\partial \vec{r}}{\partial s}$$ direzione di propagazione

$$\nabla L = n\vec{\tau}$$ equazione dell'iconale

$$\frac{\partial}{\partial s}\left(n \frac{\partial \vec{r}}{\partial s} \right) = \nabla n$$ equazione dei raggi

$$-\frac{\vec{\nu}}{R} = \nabla \,\mathrm{Ln}\, n - \vec{\tau}(\vec{\tau} \cdot \nabla \,\mathrm{Ln}\, n)$$ curvatura dei raggi

Andamento lungo i raggi

$$\vec{e} = \sqrt{\frac{2\eta_0}{n}}\, A\, \vec{p}$$

$$\vec{h} = \sqrt{\frac{2n}{\eta_0}}\, A\, \vec{\tau} \times \vec{p}$$

$\vec{p}$ è la polarizzazione $\quad (\vec{p} \cdot \vec{\tau} = 0)$

A è l'ampiezza d'onda

$$L(s) - L(s_0) = \int_{s_0}^{s} n(\xi)\, d\xi$$

cammino ottico

$$A(s) = A(s_0)\, e^{-\frac{1}{2}\int_{s_o}^{s} \frac{1}{n} \nabla \cdot n \vec{\tau}(\xi)\, d\xi}$$

espressione generale valida in mezzi non omogenei

$$A(s) = A(s_0) \sqrt{\frac{|s_0 - s_1||s_0 - s_2|}{|s - s_1||s - s_2|}}$$

espressione valida in mezzi omogenei (s_1 e s_2 sono le coordinate dei punti sulle caustiche)

se il raggio è una curva piana, l'ellisse di polarizzazione rimane immutata nel riferimento $(\vec{\nu}, \vec{\tau} \times \vec{\nu})$

Teoria geometrica della diffrazione

la Teoria Geometrica della Diffrazione (GTD) dà un'approssimazione asintotica di ordine $k^{-1/2}$, l'Ottica Geometrica (GO) la dà di ordine k^{0}

il campo calcolato con la GTD non ha regioni d'ombra

il campo diffratto si propaga lungo i raggi che sono definiti dalla generalizzazione del principio di Fermat, che include il passaggio per punti sugli spigoli, sui vertici e sulle superfici curve che ostruiscono i raggi diretti o riflessi

la diffrazione, come la riflessione e rifrazione, è un fenomeno locale, cioè dipende solo dalla natura della superficie e dalle caratteristiche del campo incidente nelle immediate vicinanze del punto di diffrazione

il campo diffratto si propaga lungo il raggio come previsto dall'ottica geometrica i raggi diffratti emergono radialmente da uno spigolo

l’intensità e la polarizzazione del campo diffratto dipendono linearmente dall’intensità e polarizzazione del campo incidente nel punto di diffrazione, tramite un coefficiente di diffrazione diadico

nei mezzi omogenei i raggi si propagano rettilineamente

il campo associato ai raggi è TEM

nei mezzi omogenei, la polarizzazione lungo i raggi è costante

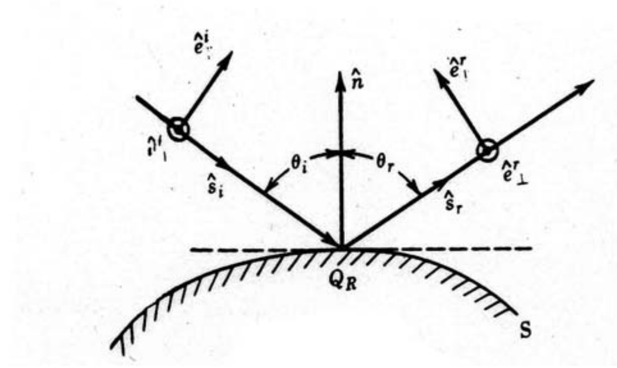
l’intensità del campo è inversamente proporzionale alla sezione del tubo di flusso

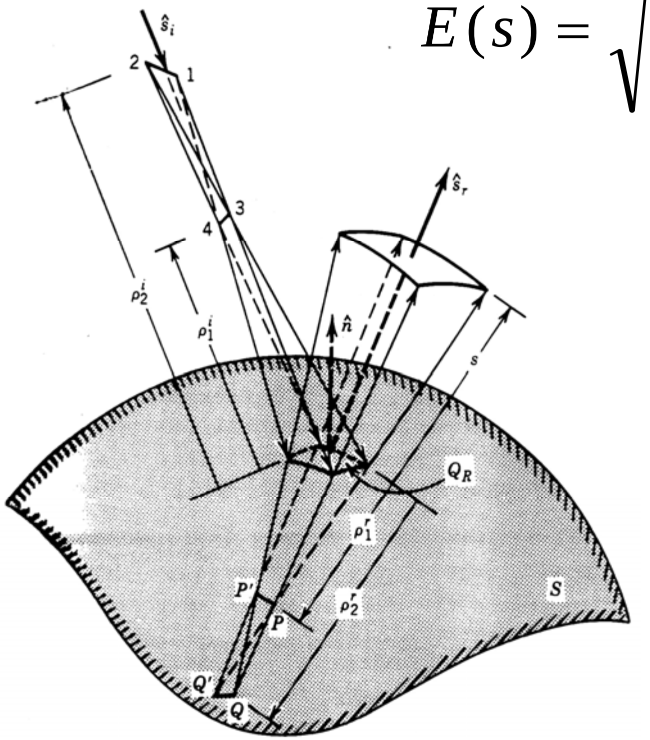
nell’attraversamento di punti in cui la sezione del tubo di flusso si annulla (caustiche o punti focali) bisogna considerare uno sfasamento aggiuntivo di 90° nel caso di caustica o 180° nel caso di fuochi

uno spigolo è sempre una caustica

la determinazione dell’intensità del campo sulle caustiche e nei fuochi richiede procedure particolari

Riflessione da una superficie curva





$$\vec{E}(s) = \sqrt{\frac{|\rho_1 \ \rho_2|}{|\rho_1 + s||\rho_2 + s|}} \ e^{-jk_0 L(s)} \quad \overleftrightarrow{R} \quad \cdot \quad \vec{E}_{inc}(Q_R)$$

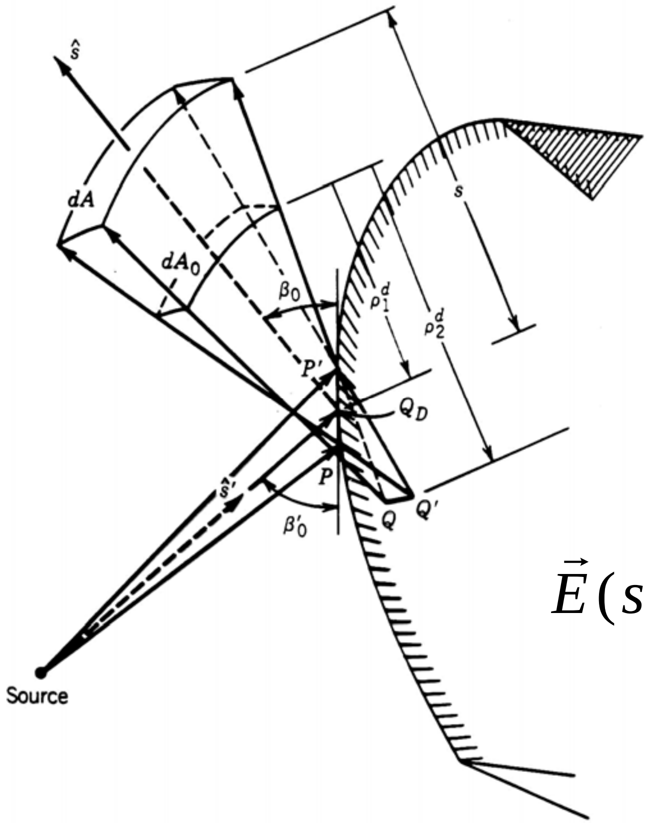
fattore di attenuazione spaziale

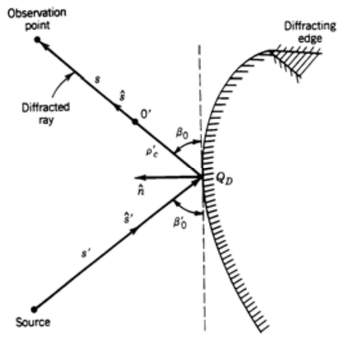
fattore di fase

coefficiente di riflessione diadico

campo incidente

Diffrazione da uno spigolo curvo





$$\vec{E}(s) = \sqrt{\frac{|\rho_c|}{s\,|\rho_c + s|}}\; e^{-jk_0 L(s)} \quad \overleftrightarrow{D} \quad \cdot \quad \vec{E}_{inc}(Q_D)$$

fattore di attenuazione spaziale	fattore di fase	coefficiente di diffrazione diadico	campo incidente