Princípio de Huygens

Curva tangente às ondas secundárias
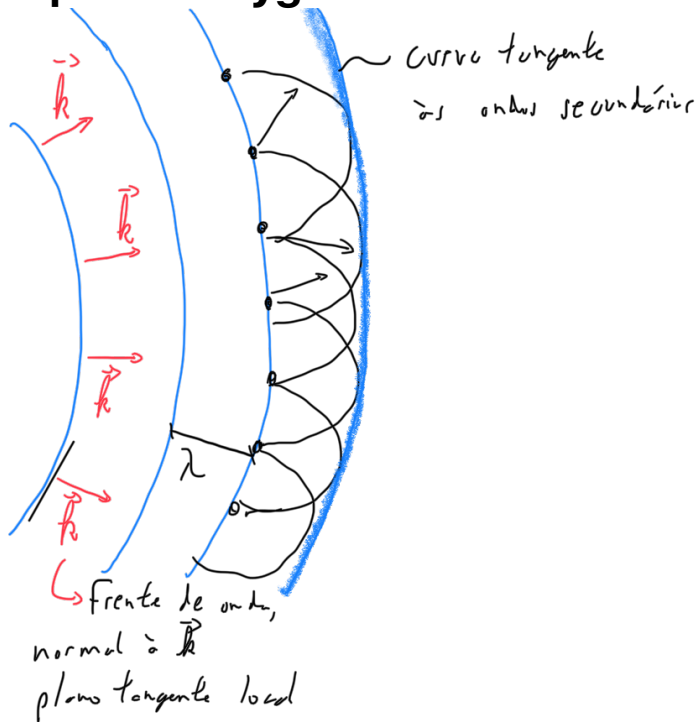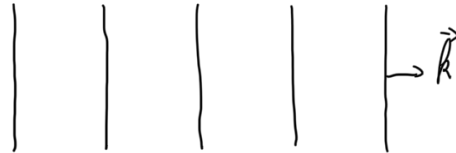
Cada ponto da frente de onda pode ser tratado como uma nova fonte.

Produzir ondas secundárias cujo envelope forma a nova frente de onda

$\vec{k}$

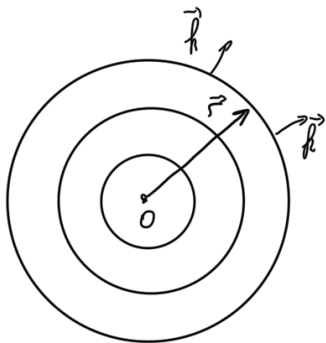λ

Frente de onda, normal à $\vec{k}$ plano tangente local

Lembrando: Onda plana: $p(\vec{r}, t) = P_0 \cos(\vec{k} \cdot \vec{r} - \omega t + \varphi)$

$\vec{k} = cte$

↳ parte espacial da fase

$\rightarrow \vec{k}$

Ondas circulares ou esféricas
(2D)   (3D)

$p(\vec{r}, t) = P(r) \cos(k \cdot r - \omega t + \varphi)$

$k = |\vec{k}|$

$r = |\vec{r}|$

conserva energia

↳ fase, com frente concêntrica

Aplicação do Princípio de Huygens

sem fonte

$\vec{k}$

$\vec{k}$

$\vec{k}$

$\vec{k}$

difração da onda

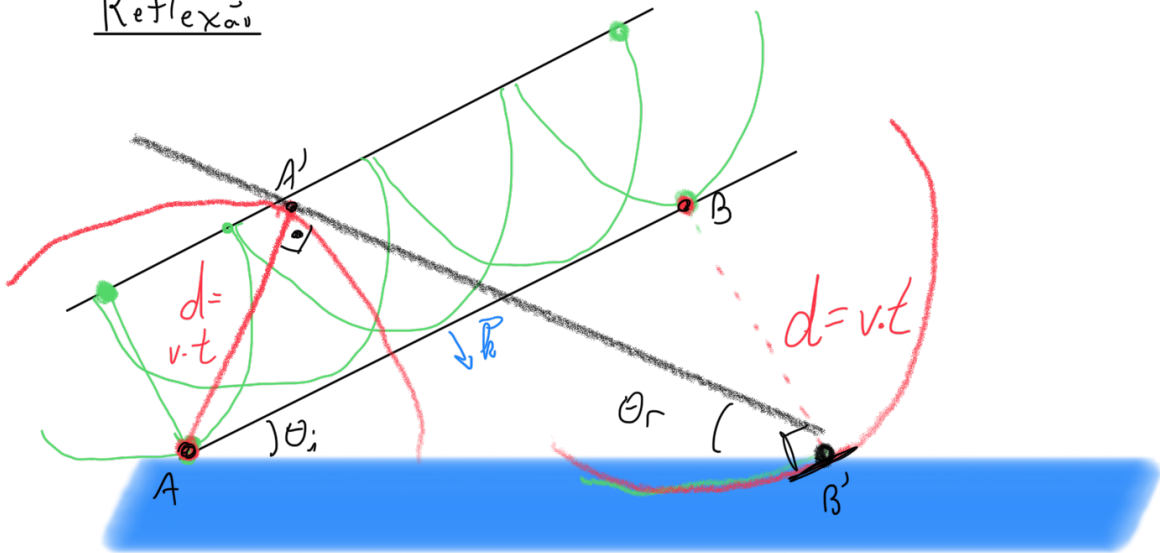Contorno da nova frente de onda após o anteparo
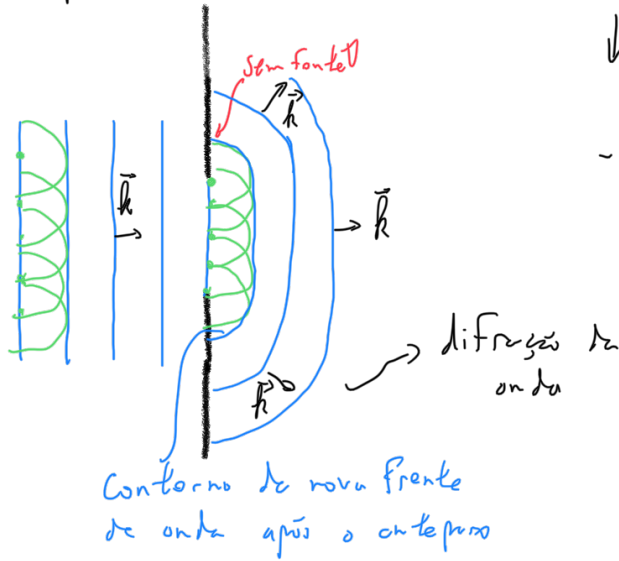
⟱ Descreve a difração

- A frente de onda após o anteparo se amplia!

- Energia (e portanto amplitude) caia após o anteparo

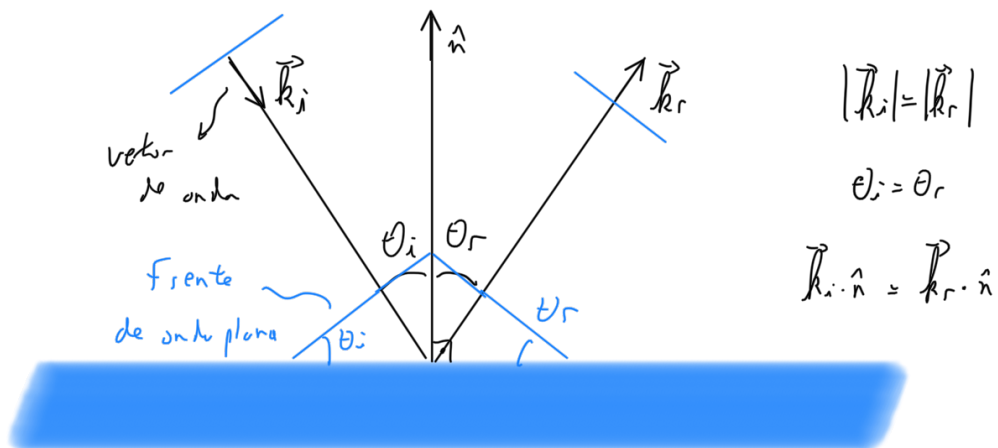- Fresnel desenvolve a expressão matemática dando conta de amplitude na difração

Reflexão

A'

B

$d = v \cdot t$

$\vec{k}$

θ_i

θ_r

$d = v \cdot t$

A

B'

$\triangle ABB'$ semelhante $\triangle AA'B'$

$\Rightarrow \theta_i = \theta_r$

Lado AB' comum
Distâncias $AA' = BB' = d$

Ângulo de reflexão = Ângulo de incidência

Lei de reflexão de ondas

$$|\vec{k}_i| = |\vec{k}_r|$$

$$\theta_i = \theta_r$$

$$\vec{k}_i \cdot \hat{n} = \vec{k}_r \cdot \hat{n}$$

Refração
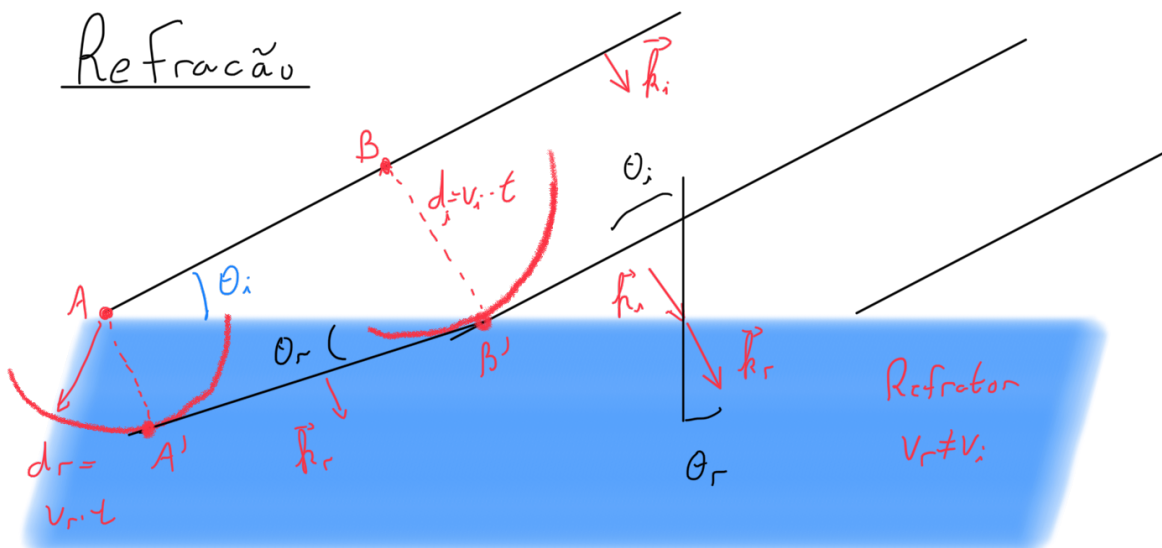
$A B B' \neq A A' B'$?

Note: $\operatorname{sen}\theta_i = \dfrac{d_i}{AB'}$; $\operatorname{sen}\theta_r = \dfrac{d_r}{AB'}$

$$\Rightarrow \frac{\operatorname{sen}\theta_i}{d_i} = \frac{\operatorname{sen}\theta_r}{d_r} \Rightarrow \frac{\operatorname{sen}\theta_i}{v_i \cdot t} = \frac{\operatorname{sen}\theta_r}{v_r \cdot t}$$

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_i}{v_i} = \frac{\operatorname{sen}\theta_r}{v_r}$$

$$\frac{\operatorname{sen}\theta_i}{\operatorname{sen}\theta_r} = \frac{v_i}{v_r} \sim \text{Lei de Snell}$$
Descartes
(empírica,
óticos)

Lei de Snell-Descartes: $n_i \sin\theta_i = n_r \sin\theta_r$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{\text{vel. da luz no vácuo}}{\text{vel. da luz no meio}}$$