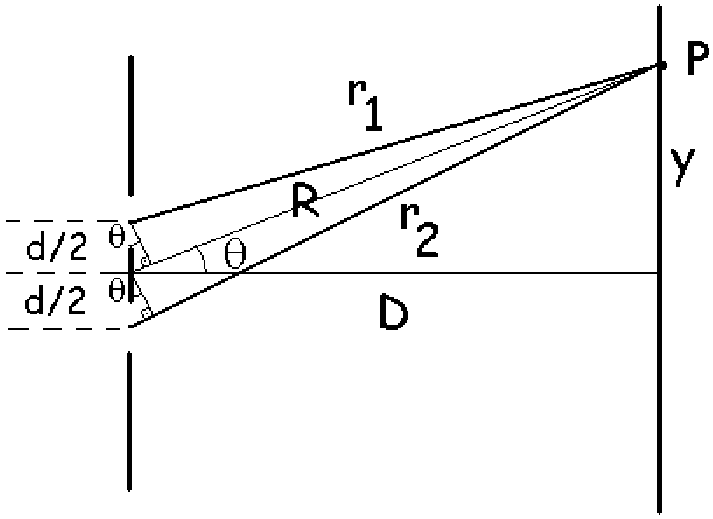
Interferencia



$$\tan\theta = \frac{y}{D}$$

$$r_1 \approx R - \frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta \qquad \vec{E}(P) = \frac{E_0}{r_1}\hat{e}\exp[i(kr_1 - \omega t)] + \frac{E_0}{r_2}\hat{e}\exp[i(kr_2 - \omega t)]$$

$$r_1 \approx R + \frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta \qquad \vec{E}(P) = \frac{E_0}{R}\hat{e}\exp[i(kR - \omega t)]\{\exp[-i(k\frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta)] + \exp[i(k\frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta)]$$

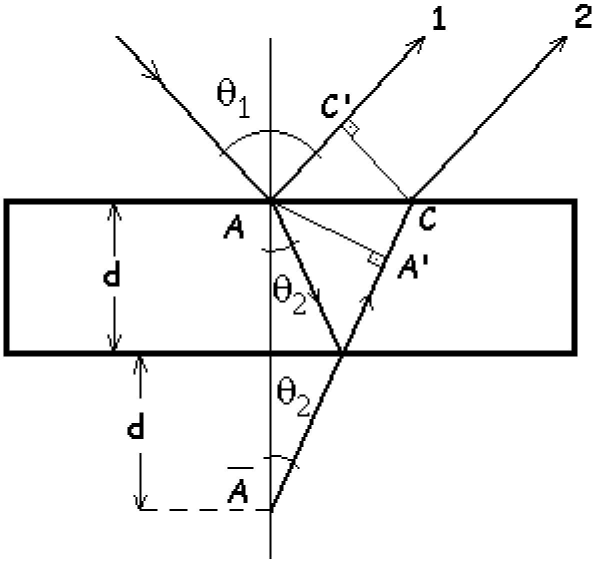
diferença de fase entre as duas ondas:

$$\Delta = k\,\frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta - (-k\,\frac{d}{2}\operatorname{sen}\theta)$$ com: $k = \frac{2\pi}{\lambda}$

$$\frac{2\pi}{\lambda}\,d\operatorname{sen}\theta = 2\pi m$$

$d\operatorname{sen}\theta = m\lambda$, m = 1, 2, 3, 4, …	Interferência construtiva
$d\operatorname{sen}\theta = \frac{m}{2}\lambda$, m = 1, 3, 5, … ou, $d\operatorname{sen}\theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$, m = 0, 1, 2, 3, 4, …	Interferência destrutiva

Lâminas delgadas



Fator de fase associado a um percurso l:

$$e^{ikl} = e^{ik_0 nl} = e^{i\frac{2\pi}{\lambda_0}nl}$$

frente $\overline{AA'}$ = frente $\overline{C'C}$

mesmo caminho ótico

$\overline{AC'} = \overline{A'C}$

ATENÇÃO: raio [1] presenta defasagem de π ($\lambda/2$)

[2] – [1] = $2\,n\,d\cos\theta_2$

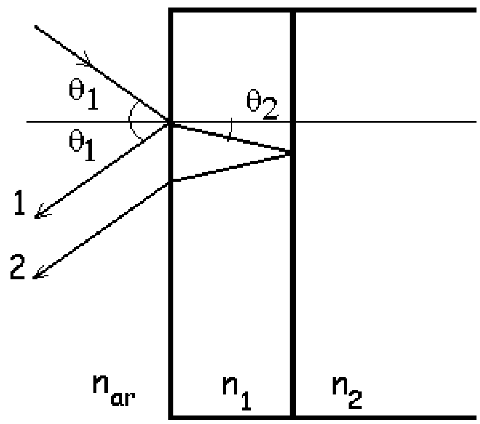
Portanto, se:

$2\,n\,d\cos\theta_2 = m\,\lambda$ $m = 0, 1, 2, 3, \ldots$	MÍNIMO de reflexão MÁXIMO de transmissão
$2\,n\,d\cos\theta_2 = (m + 1/2)\,\lambda$ $m = 0, 1, 2, 3, \ldots$	MÁXIMO de reflexão MÍNIMO de transmissão

No caso de observação normal ($\theta_1 \approx \theta_2 \approx 0$):

$$d \approx \tfrac{1}{4}\lambda_0/n = \tfrac{1}{4}\lambda$$

Filmes anti-reflexo:



Com $n_{ar} < n_1 < n_2$

Raios [1] e [2]:

mudam de fase

ambos os raios refletidos apresentam mesma fase

$2\ n\ d \cos\theta_2 = m\ \lambda$ $m = 0, 1, 2, 3, \ldots$	Interferência construtiva
$2\ n\ d \cos\theta_2 = (m + 1/2)\ \lambda$ $m = 0, 1, 2, 3, \ldots$	Interferência destrutiva

Para incidência normal ($\theta_1 \approx \theta_2 \approx 0$):

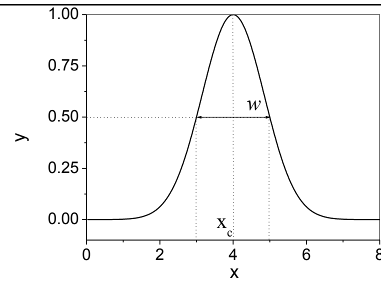
$2\ n\ d = \frac{1}{2}\lambda \qquad d = \frac{1}{4}\lambda_0/n = \frac{1}{4}\lambda$

conhecidos como filmes $\lambda/4$

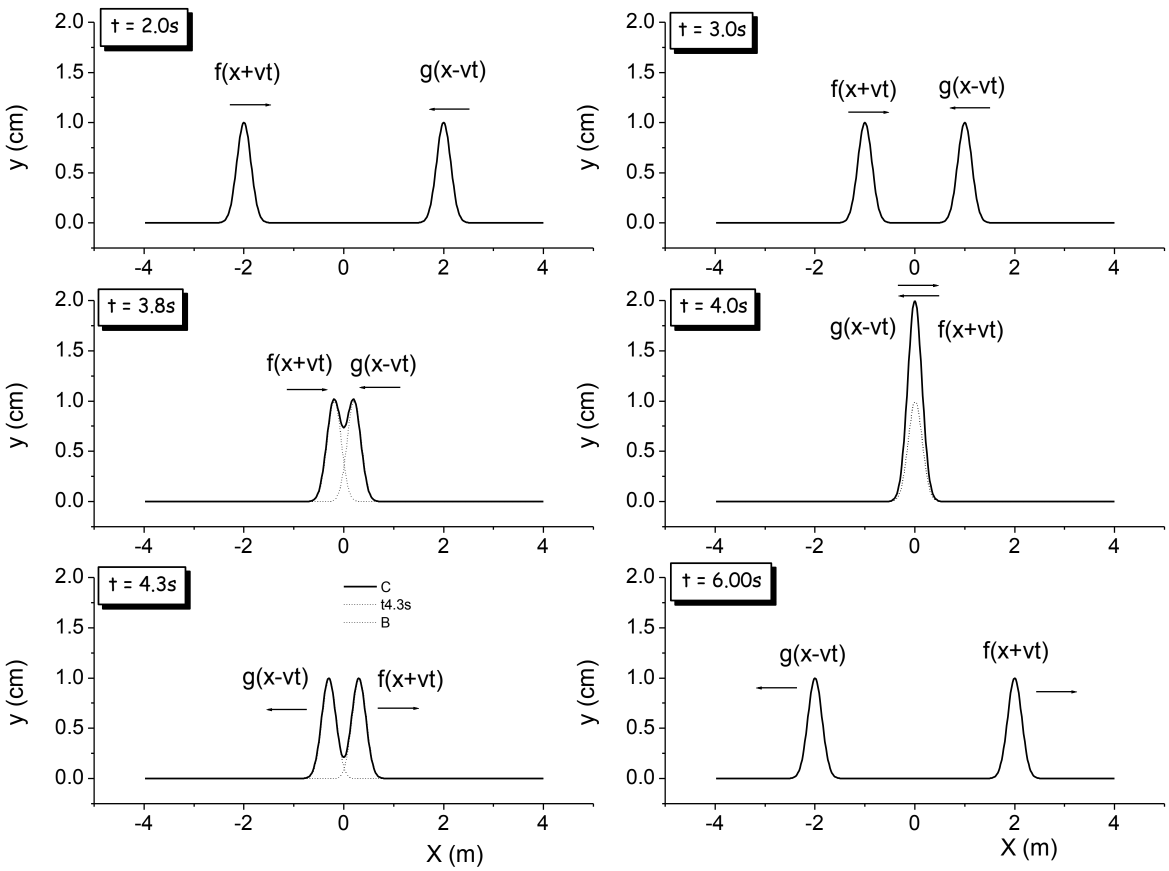
Reflexão de ondas
Superposição de 2 ondas progressivas:

$$Y(x,t) = f(x-vt) + g(x+vt)$$

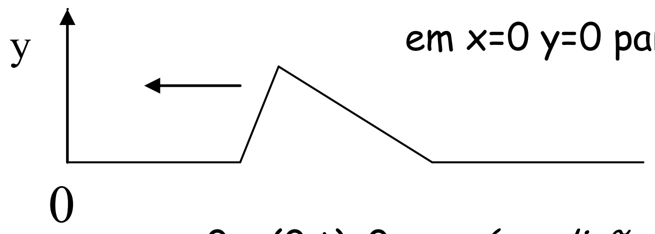
$$gauss(x) = \exp\left[-\ln(2).\left(\frac{2}{w}\right)^2.(x-vt)^2\right]$$



Pulso: $$f(x-vt) = \exp\left[\left(\frac{2}{w}\right)^2 (x-vt)^2\right]$$



EXTREMIDADE FIXA



em x=0 y=0 para qquer t

pulso: g(x-vt) (conhecido!!!)

para x=0, y(0,t)=0 *(condição de contorno)*

como, $Y(x,t) = f(x-vt) + g(x+vt)$, *então*:

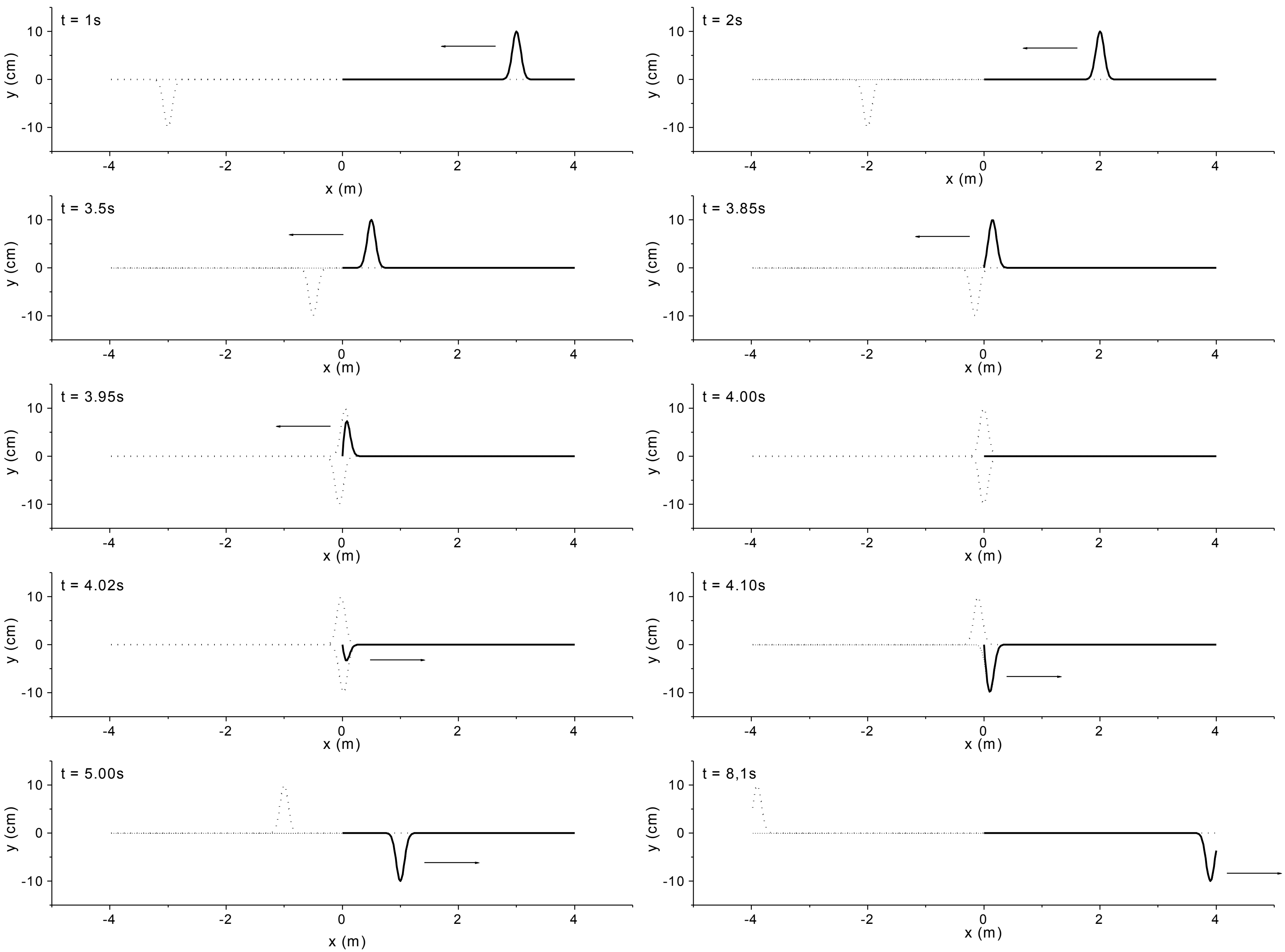
$$y(0,t) = f(-vt) + g(vt) = 0$$, *p/ qquer* t

f(x') *função incógnita*

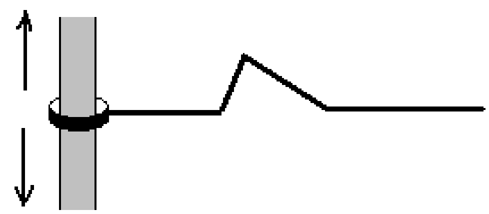
$$f(x') = -g(-x')$$

substituindo x' *por* x-vt: $f(x-vt) = -g(vt-x)$

$$y(x,t) = g(x-vt) - g(vt-x)$$


t = 1s
t = 2s
t = 3.5s
t = 3.85s
t = 3.95s
t = 4.00s
t = 4.02s
t = 4.10s
t = 5.00s
t = 8,1s
y (cm)
x (m)

EXTREMIDADE LIVRE



- Movimenta-se livre em y
- $T_y=0$
- Apenas aparece T_X,
- $F_y(0,t) = -T\dfrac{\partial y(o,t)}{\partial x} = 0$

"Significa que a tangente à corda na extremidade permanece sempre na horizontal"

como $Y(x,t) = f(x-vt) + g(x+vt)$

$$\frac{\partial y(o,t)}{\partial x} = f'(-vt) + g'(vt) = 0$$

o que dá: ***f'(-vt) = -g'(vt)***

f(x') *função incógnita*

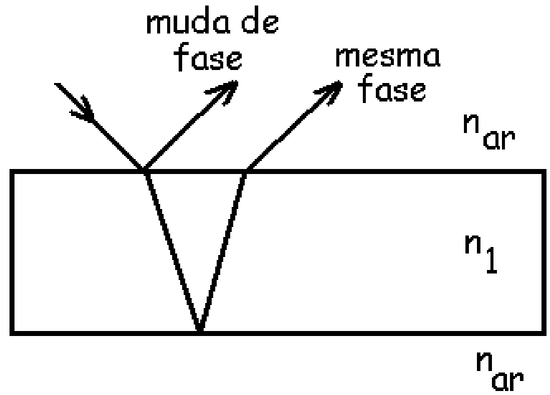
f(x')=g(-x'), *derivando dy/dx':*

f'(x')=-g'(-x')

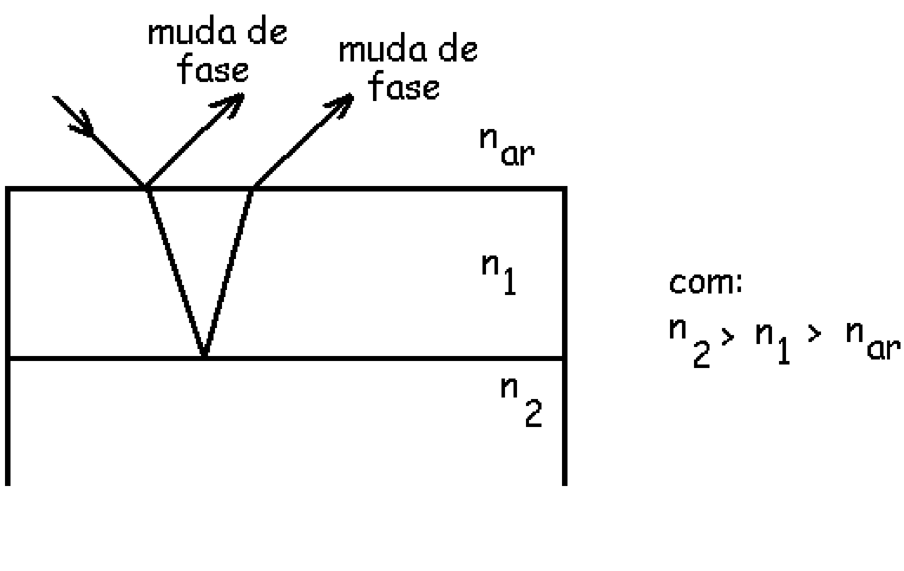
finalmente:

Y(x,t) = g(x + vt) + g(vt - x)

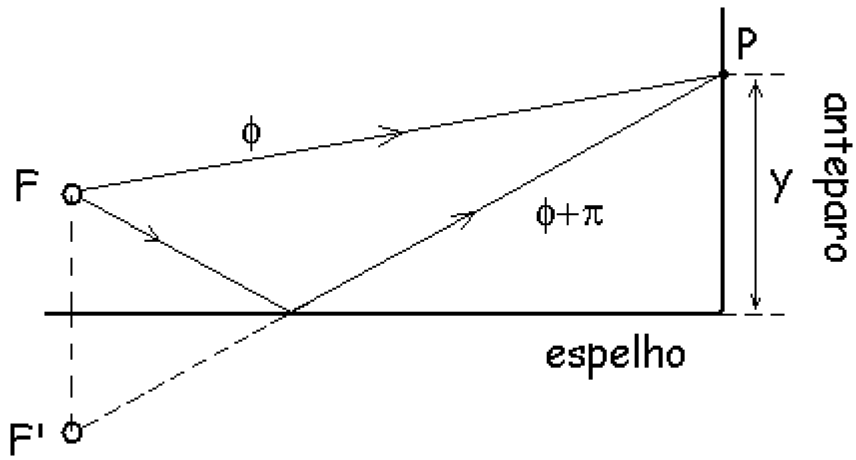
Quando uma onda EM que parte de um meio **menos refringente** e é **refletida** em uma interface **mais refringente,** a onda refletida apresentará defasagem de π.

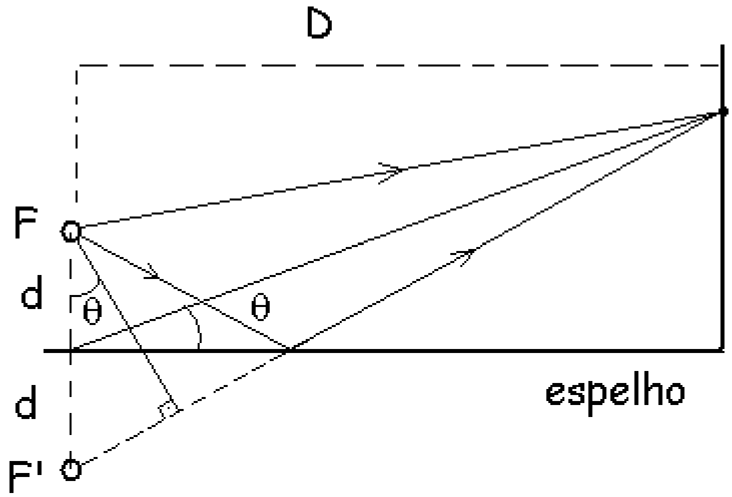


Quando uma onda EM que parte de um meio **mais refringente** e é **refletida** em uma interface **menos refringente,** a onda refletida apresentará a **mesma fase da onda incidente**.



Espelho de Lloyd



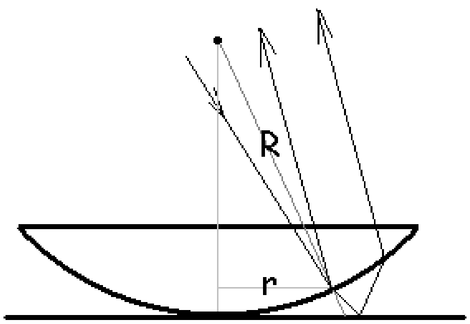


$2\, d \text{ sen } \theta = (m + \frac{1}{2})\lambda$

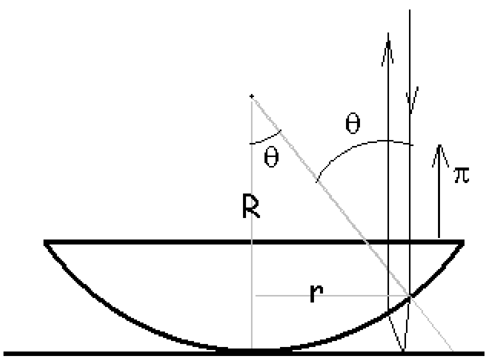
$\text{sen } \theta \sim \tan \theta = y/D$

$$\frac{y}{D} = \frac{\lambda}{4d} \Rightarrow y = \frac{\lambda D}{4d}$$

Anéis de Newton



ângulo θ qquer



Incidência normal

sen θ = r/R

d =R – R cos θ

$$d = R - R\sqrt{1 - \frac{r^2}{R^2}} = R\left[1 - \left(1 - \frac{r^2}{2R^2}\right)\right] = \frac{r^2}{2R}$$

2d = m λ $r = \sqrt{Rm\lambda}$	Mínimo
$r = \sqrt{R\left(m + \frac{1}{2}\right)\lambda}$	Máximo

Franjas de igual espessura