

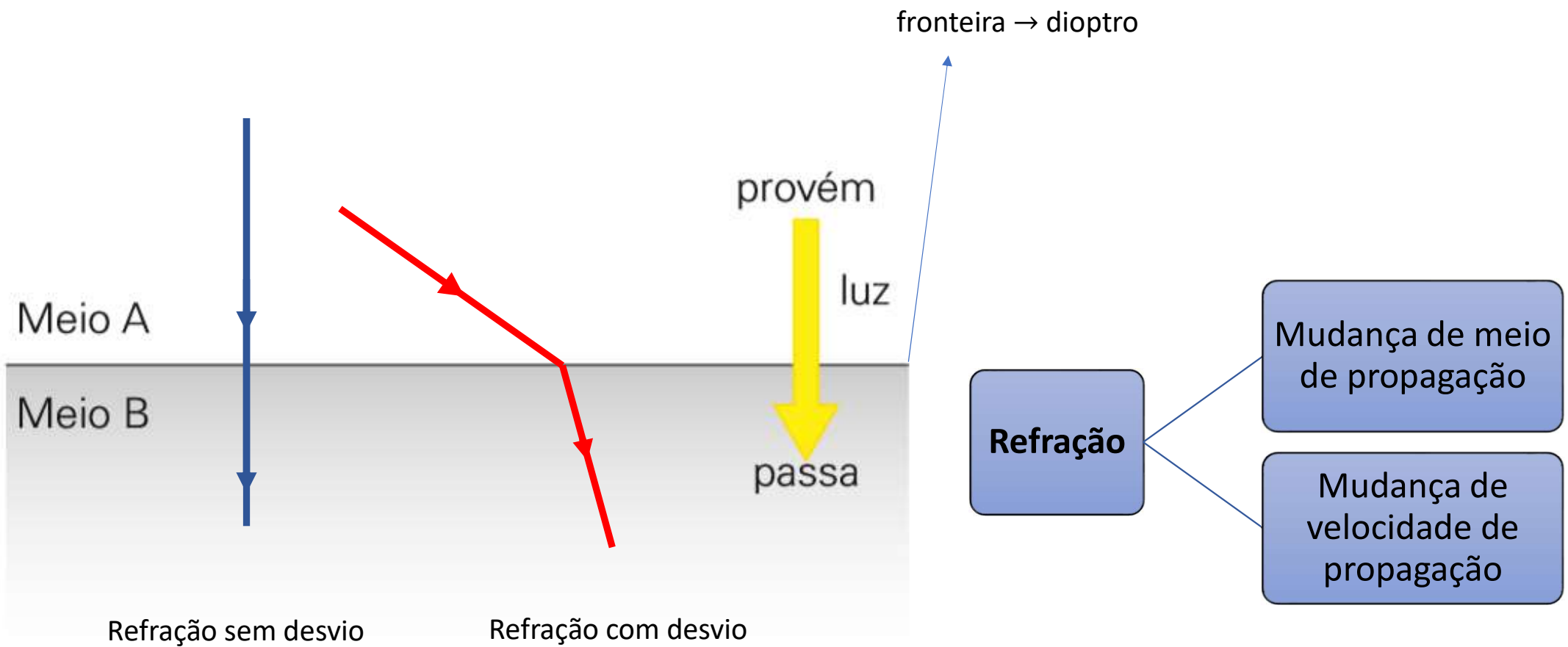
Refração da luz

- Aula 16 / Página 416 / Hexa 2

Apresentação, orientação e tarefa: fisicasp.com.br

Professor Caio

1. Definição



2. Velocidade de propagação da luz

No ar ou no vácuo

- Qualquer cor

$$v = c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Nos demais meios

- A velocidade de propagação depende do meio e da cor da luz.

$$v < 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

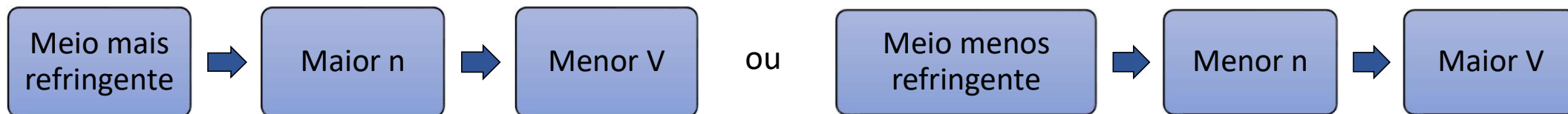
3. Índice de refração absoluto (n)

$$n = \frac{c}{v}$$

Sempre $c = 3 \times 10^8$ m/s

Velocidade de propagação da luz no meio

- Indica o quanto um meio reduz a velocidade de propagação da luz (v)
- Depende do meio de propagação e da cor da luz
- Grandeza adimensional



No ar ou no vácuo

- Qualquer cor: $n = 1$ (menor valor)

Nos demais meios

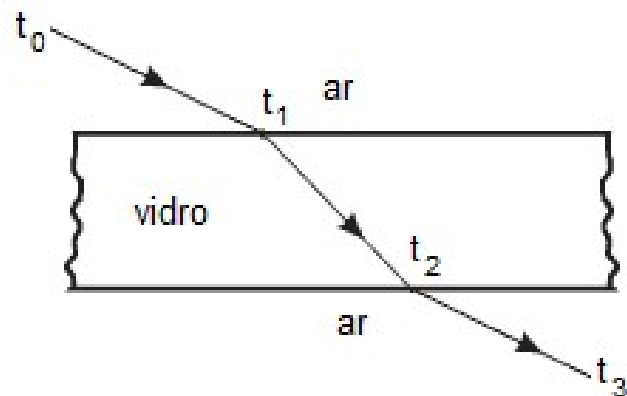
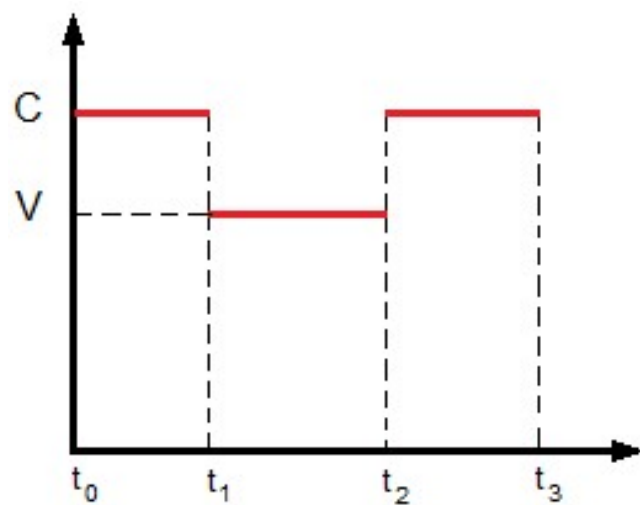
- $n > 1$ (depende do meio e da cor da luz)

4. Índice de refração relativo

$$n_{A,B} = \frac{n_A}{n_B}$$



Dica 1

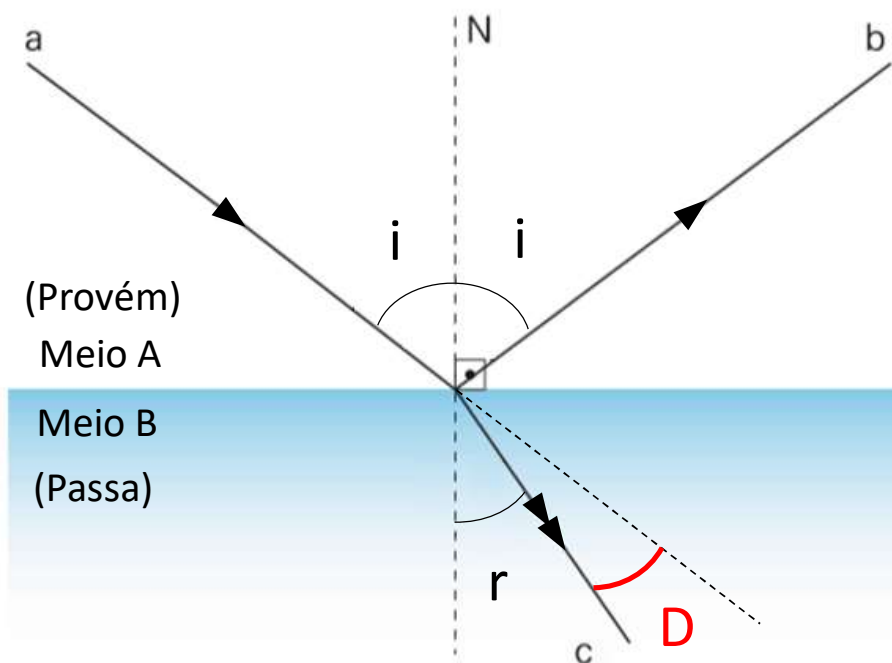


Dica 2



$$n_{\text{glicerina}} \cong n_{\text{vidro}}$$

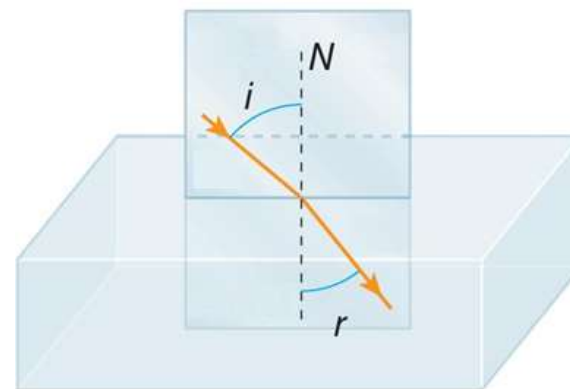
5. Lei da refração



- a: raio incidente
- b: raio refletido
- c: raio refratado
- N: reta normal
- i: ângulo de incidência
- r: ângulo de refração
- **D: desvio angular**

1ª Lei

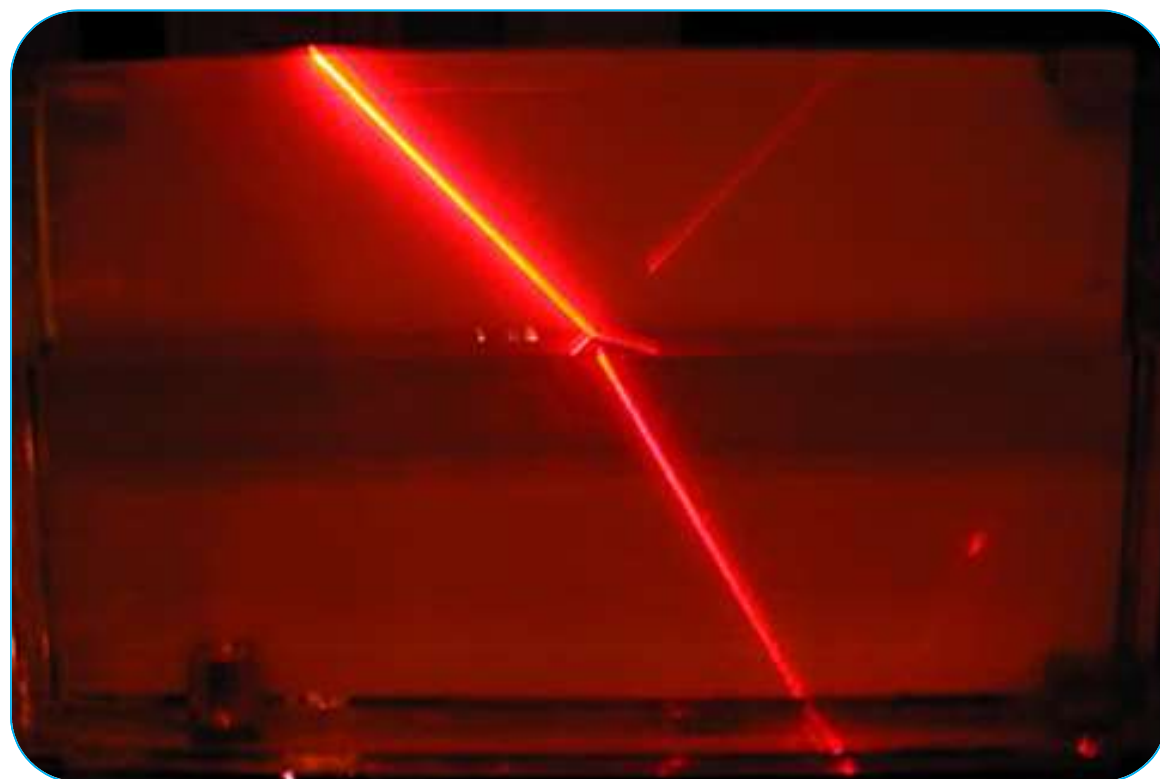
Raio incidente, reta normal e raio refratado pertencem ao mesmo plano.



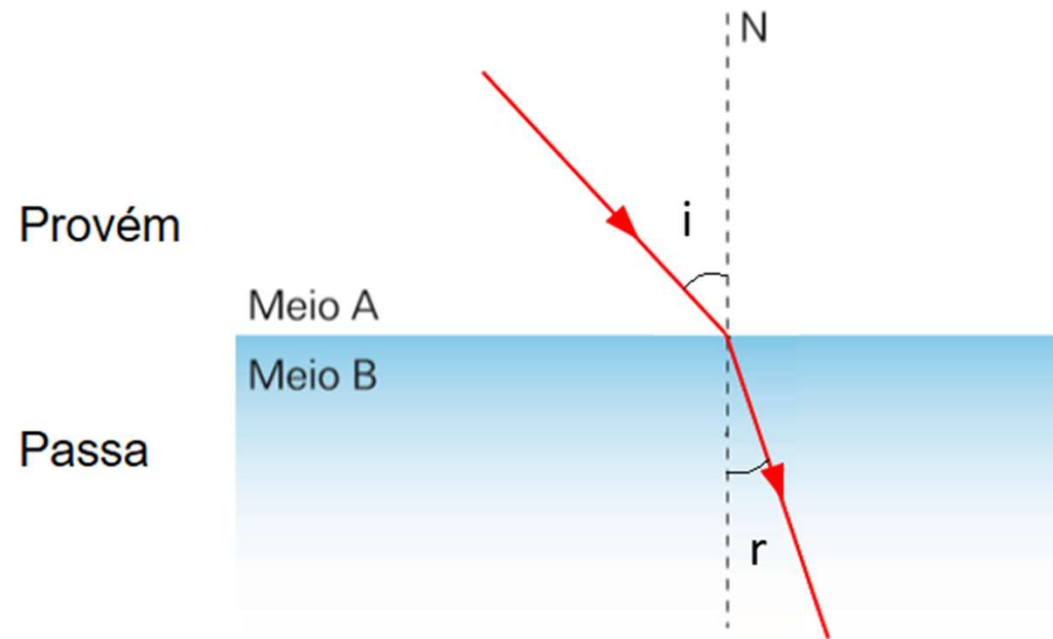
2ª Lei

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}} = \frac{v_{\text{provém}}}{v_{\text{passa}}}$$

Toda refração é
acompanhada de reflexão!



2º Lei

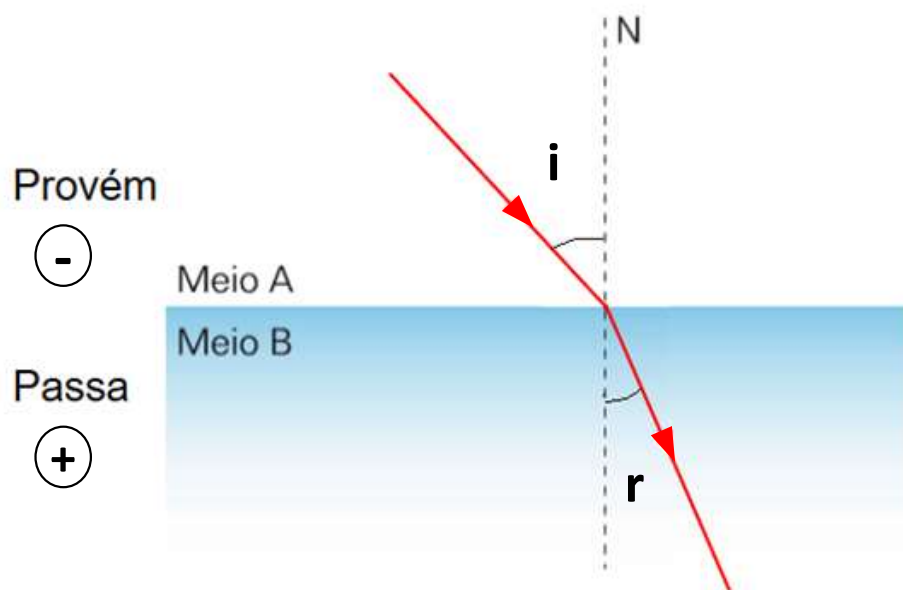


$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \text{cte}$$

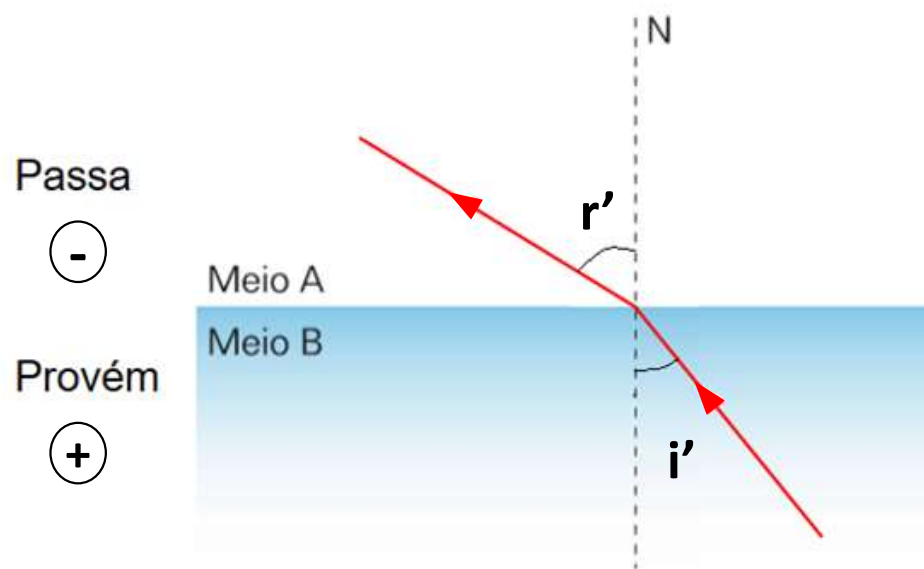
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}}$$

6. Comportamento da luz

Luz refrata para o meio mais refringente
O raio de luz fica mais perto da reta normal

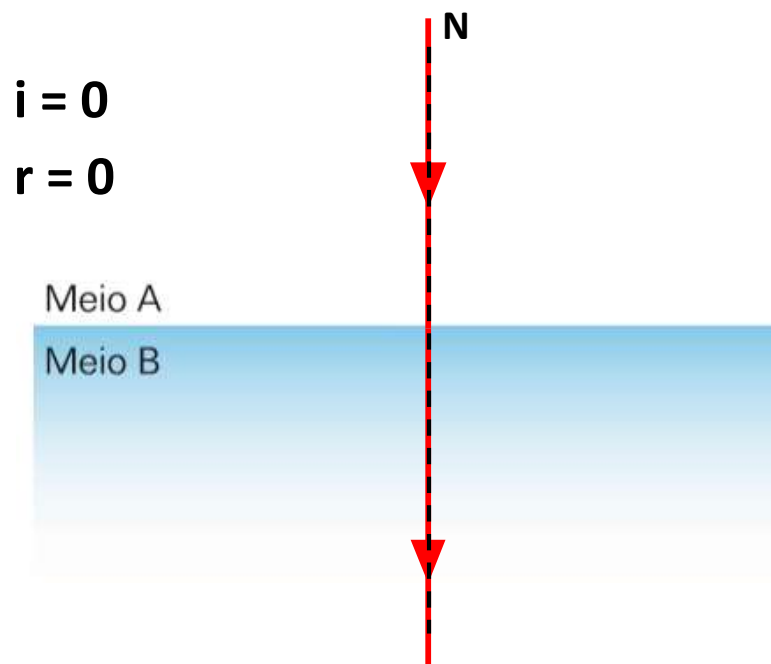


Luz refrata para o meio menos refringente
O raio de luz fica menos perto da reta normal

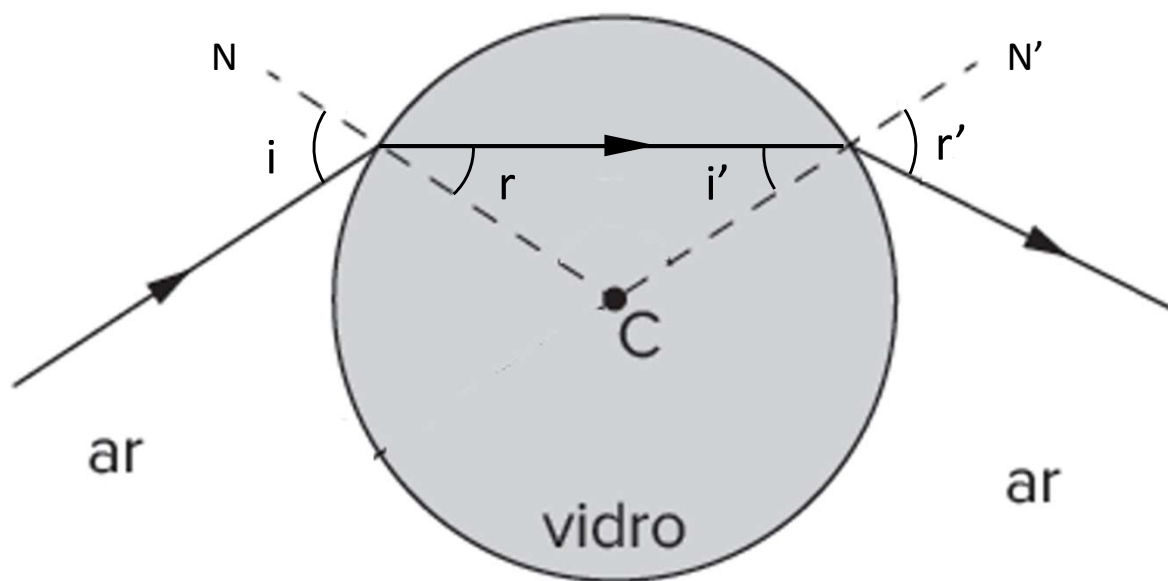


6. Comportamento da luz

Incidência normal
Refração sem desvio

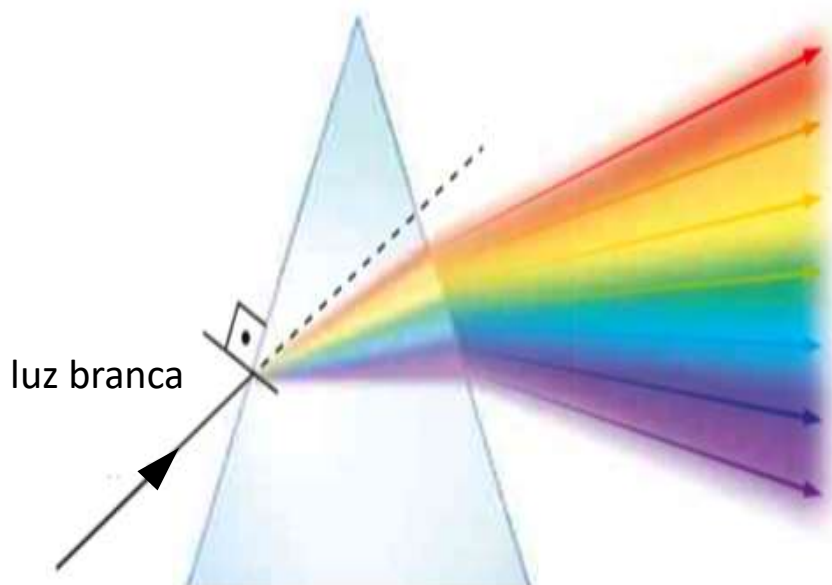


7. Dioptra esférica



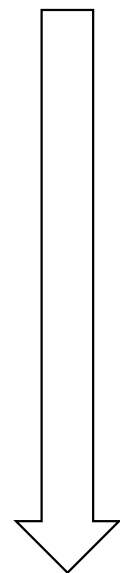
- As retas normais passam pelo centro C
- $i = r'$
- $r = i'$

8. Visão geral



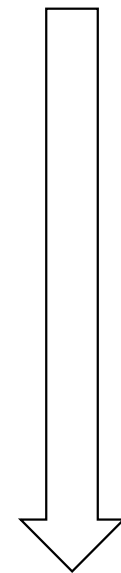
infravermelho
 vermelho
 laranja
 amarelo
 verde
 azul
 anil
 violeta
 ultravioleta

Desvio



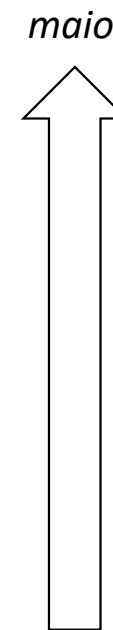
maior

Índice de refração



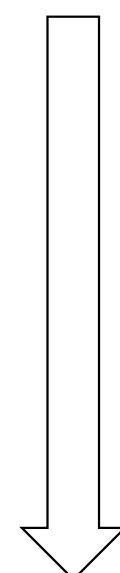
maior

Velocidade



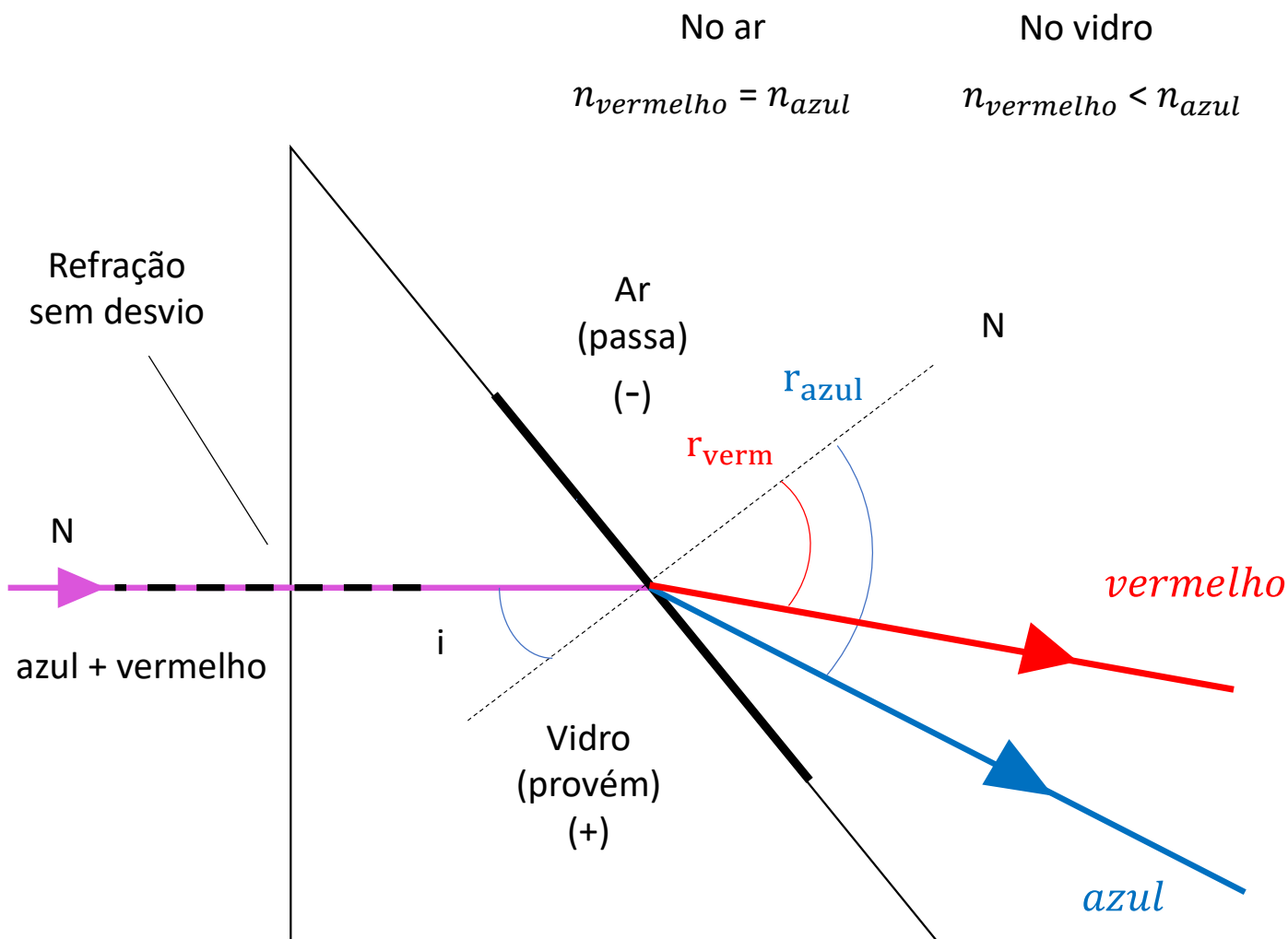
maior

Frequência



maior

9. Exemplo de desvio



$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{prov}}}$$

$$\text{sen } r = \text{sen } i \cdot \frac{n_{\text{vidro}}}{n_{\text{ar}}}$$

$i_{\text{azul}} = i_{\text{vermelho}}$

1

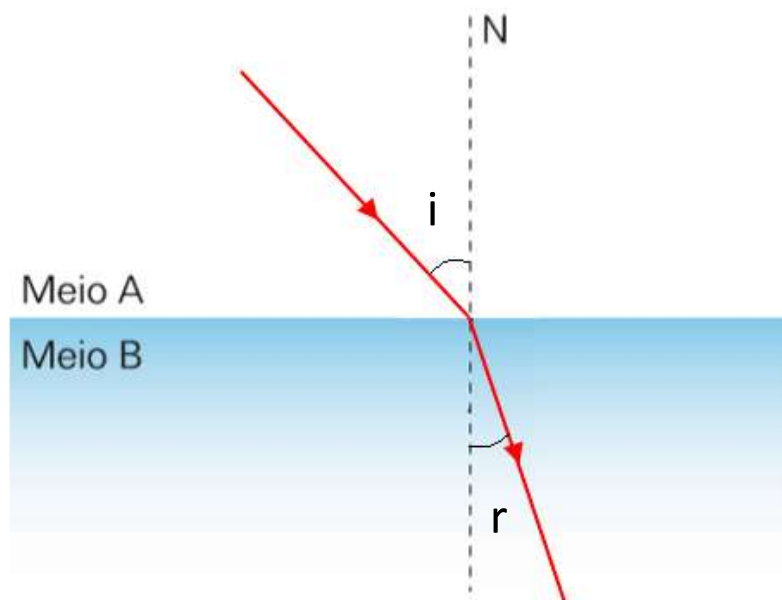
$\text{sen } r$ é proporcional ao n_{vidro}

n_{azul} (maior)	→	r_{azul} (maior)
n_{vermelho} (menor)	→	r_{vermelho} (menor)

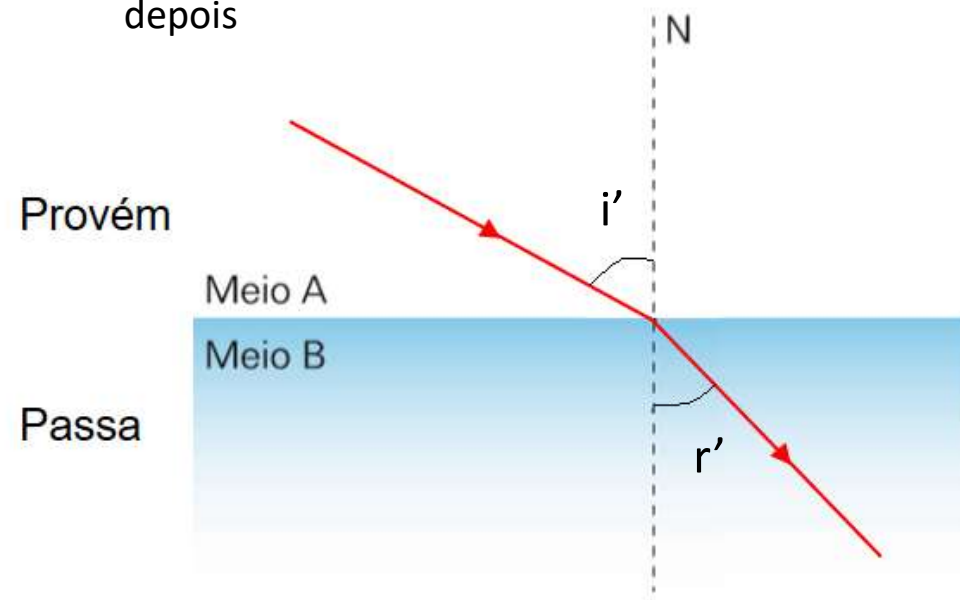
Experimentos e demonstrações

2ª Lei da refração (Lei de Snell-Descartes)

antes



depois

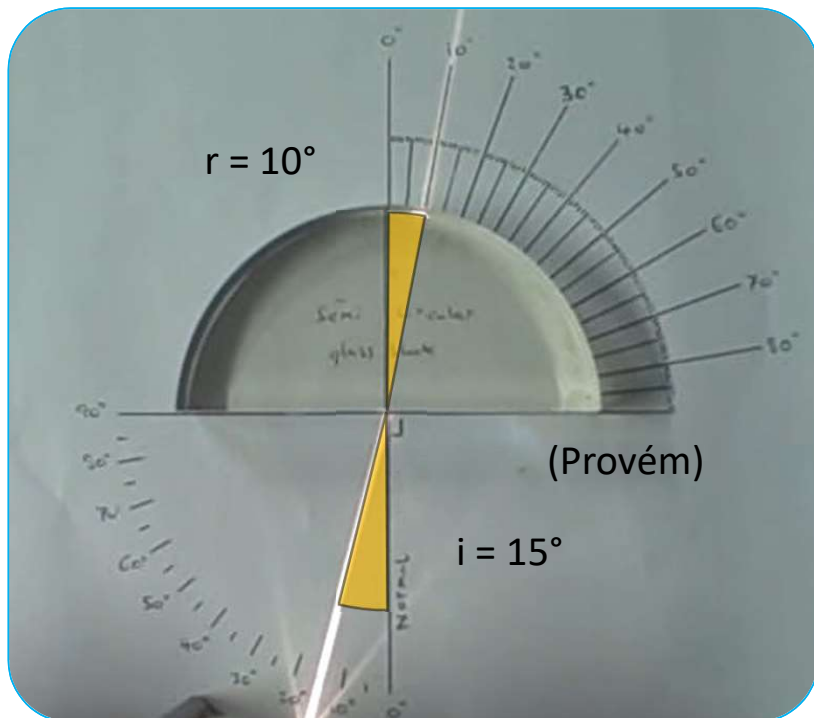


$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\text{sen } i'}{\text{sen } r'} = \text{cte}$$

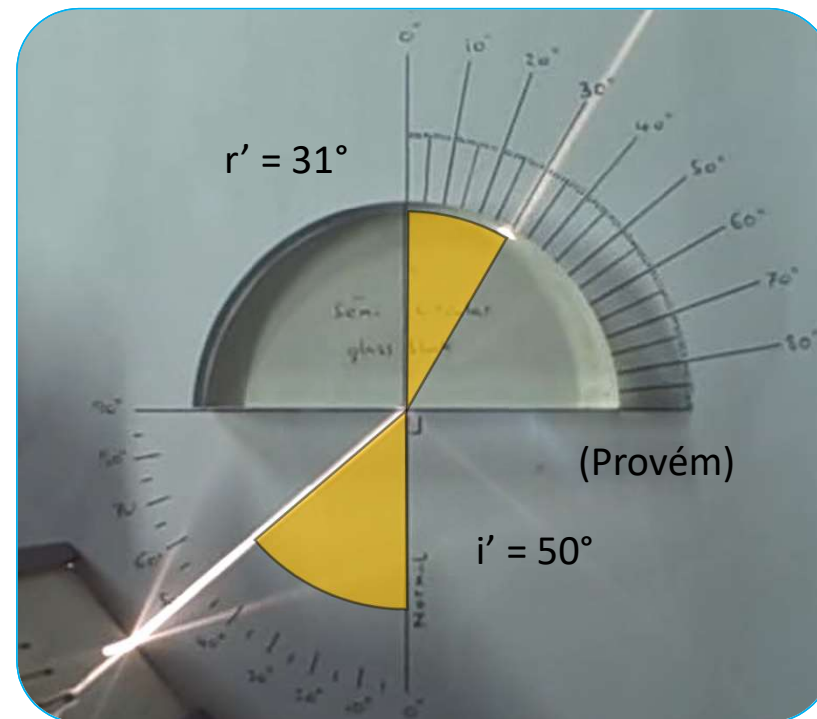
$$\frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}} = \text{cte}$$

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}}$$

2ª Lei da refração



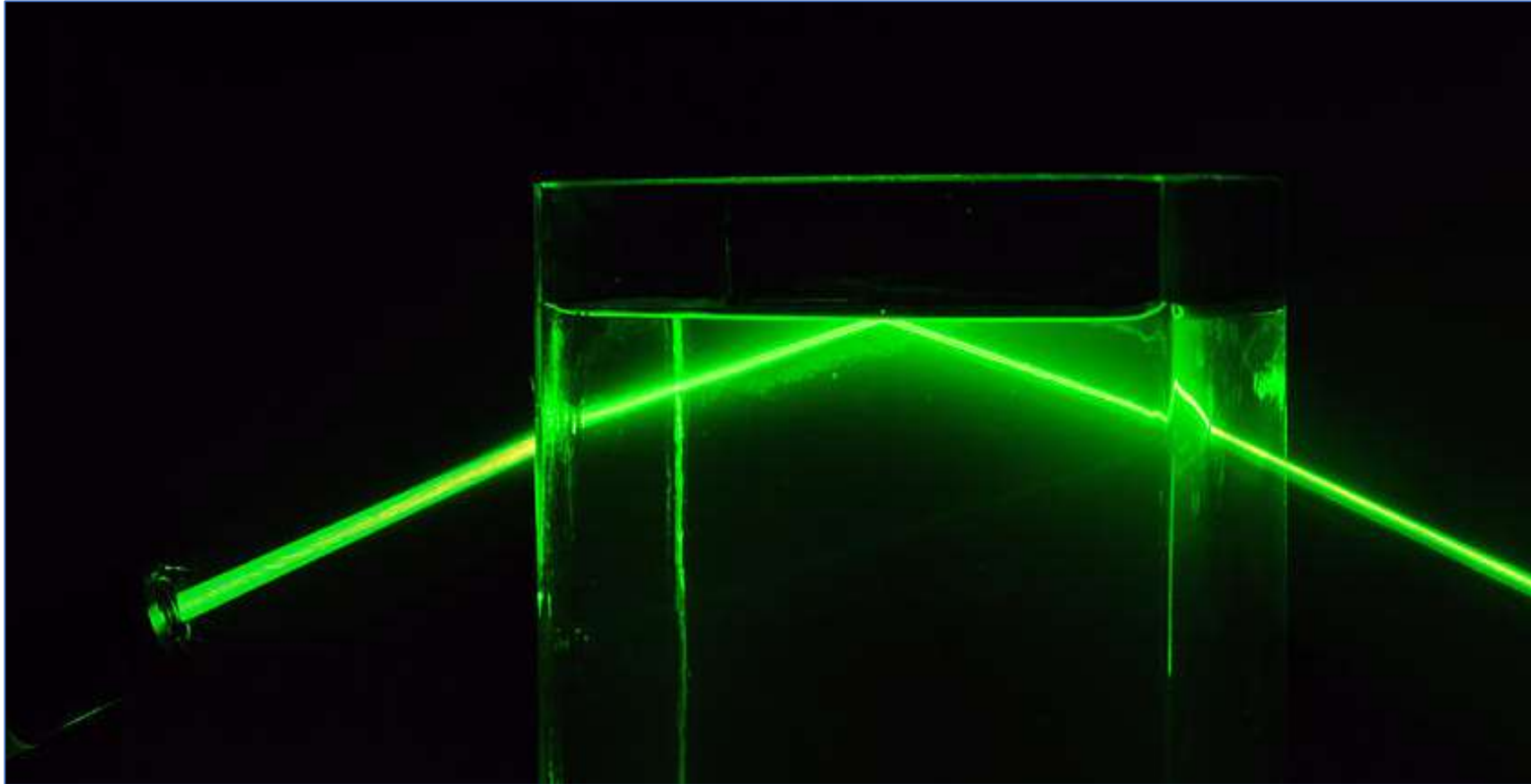
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\text{sen } (15^\circ)}{\text{sen } (10^\circ)} \cong 1,49$$



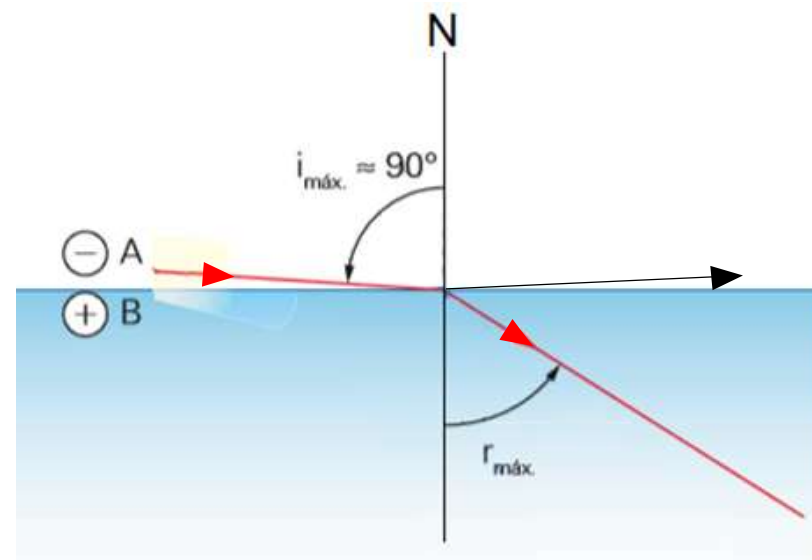
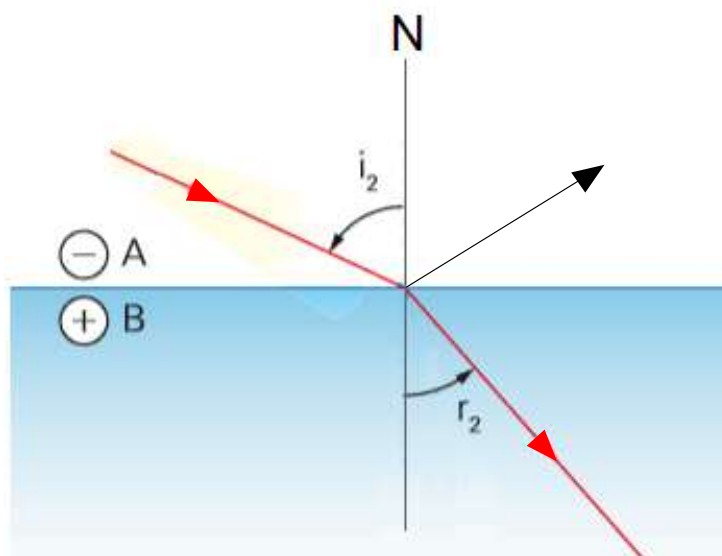
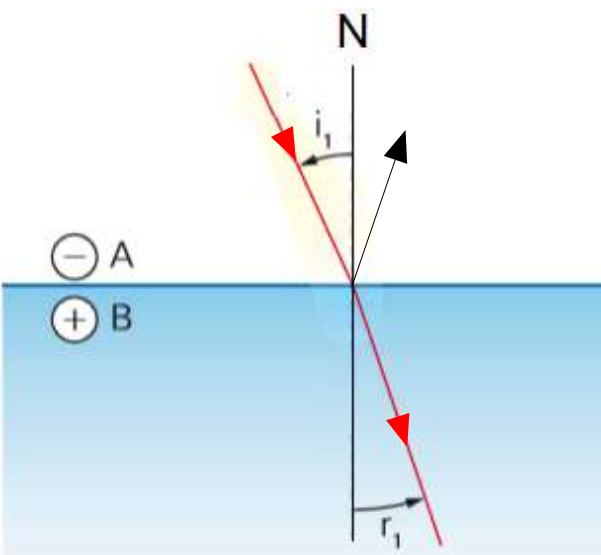
$$\frac{\text{sen } i'}{\text{sen } r'} = \frac{\text{sen } (50^\circ)}{\text{sen } (31^\circ)} \cong 1,49$$

$$\frac{n_{\text{passa (vidro)}}}{n_{\text{provém(ar)}}} \cong 1,49$$

10. Reflexão total



Situação 1: luz refrata para o meio mais refringente

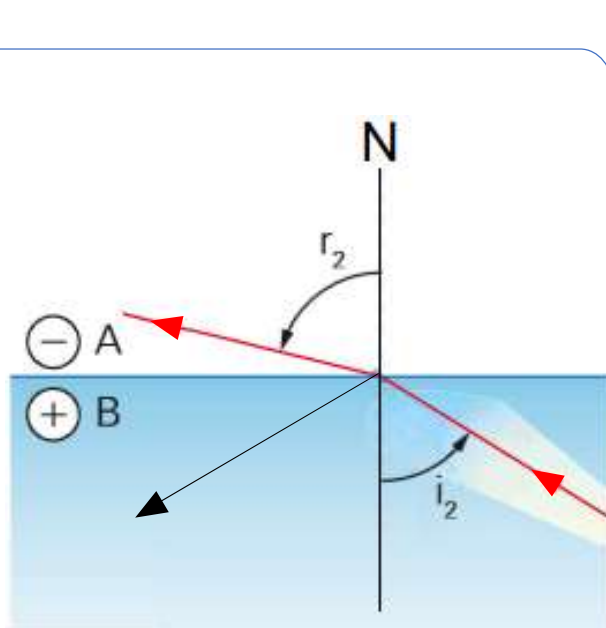
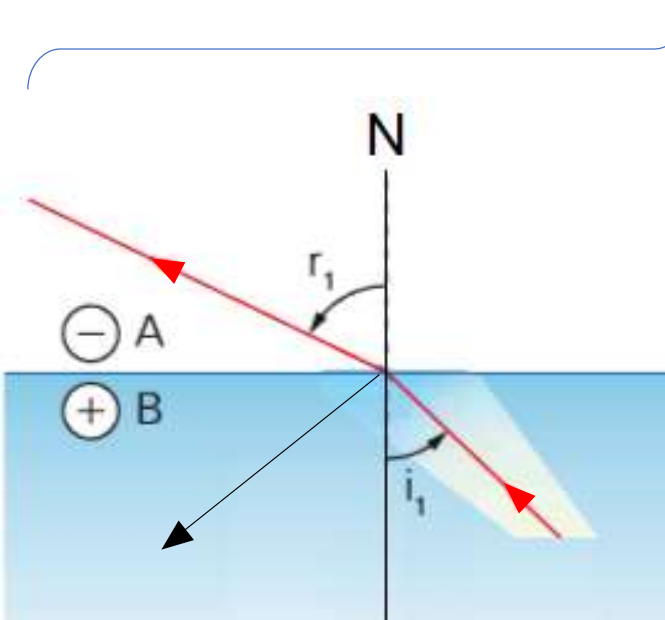


Conclusão

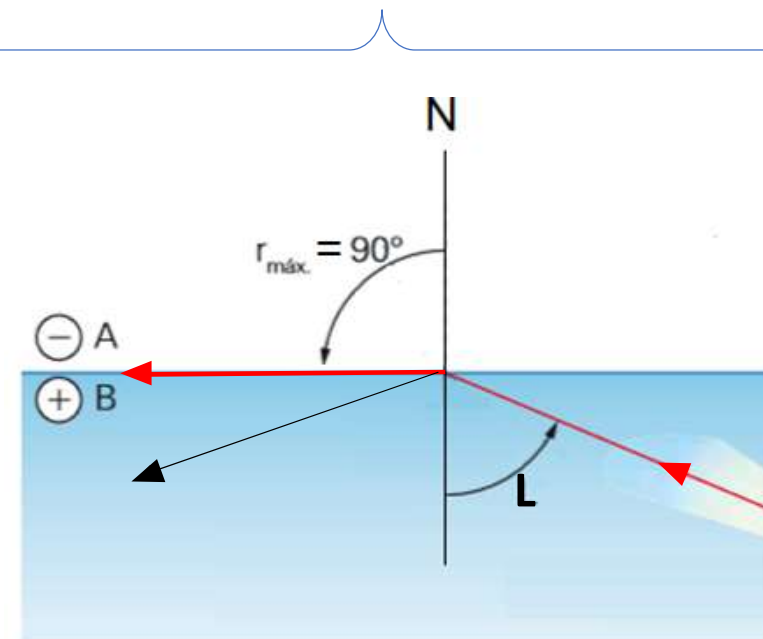
- Ocorre reflexão e refração.
- Nunca ocorre reflexão interna total.

Situação 2: luz refrata para o meio menos refringente

$i < L$



Situação limite ($i = L$ e $r = 90^\circ$)



Conclusão

- Se $i < L$: ocorre reflexão e refração.
- Se $i = L$: o raio refratado se propaga junto à superfície de separação e quase toda luz é refletida.

Situação 2: luz refrata para o meio menos refringente

Conclusão

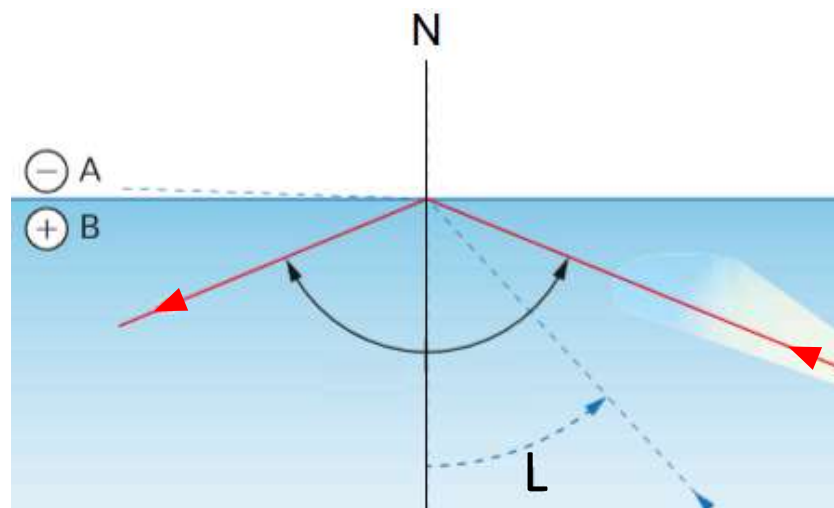
- Se $i < L$: ocorre reflexão e refração.
- Se $i = L$: o raio refratado se propaga junto à superfície de separação e quase toda luz é refletida.
- Se $i > L$: não ocorre refração. Ocorre reflexão total.

Condições para reflexão total:

- luz “tentar” passar para um meio menos refringente
- $i > L$ ($\text{sen } i > \text{sen } L$)

$$\text{Sen } L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} \quad \begin{matrix} (\text{passa}) \\ (\text{provém}) \end{matrix}$$

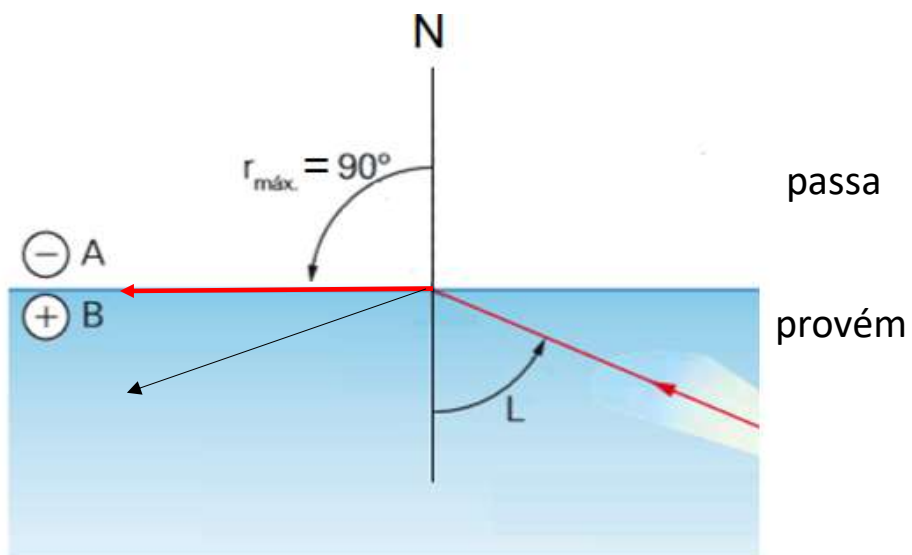
Reflexão total ($i > L$)



Situação 2: luz refrata para o meio menos refringente

Dedução do sen L

Situação limite



$$\frac{\text{Sen } i}{\text{Sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}}$$

$$i = L \text{ e } r = 90^\circ$$

$$\frac{\text{Sen } L}{\text{Sen } 90^\circ} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}}$$

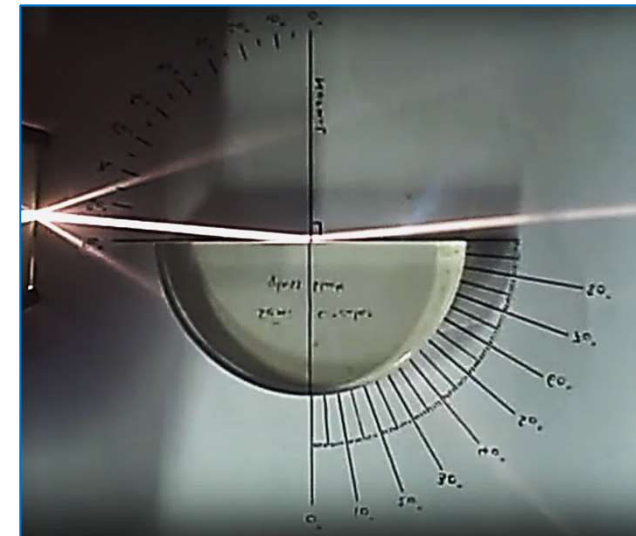
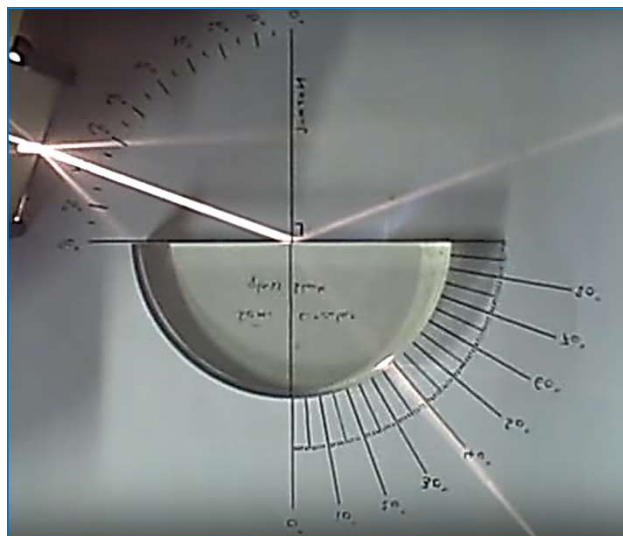
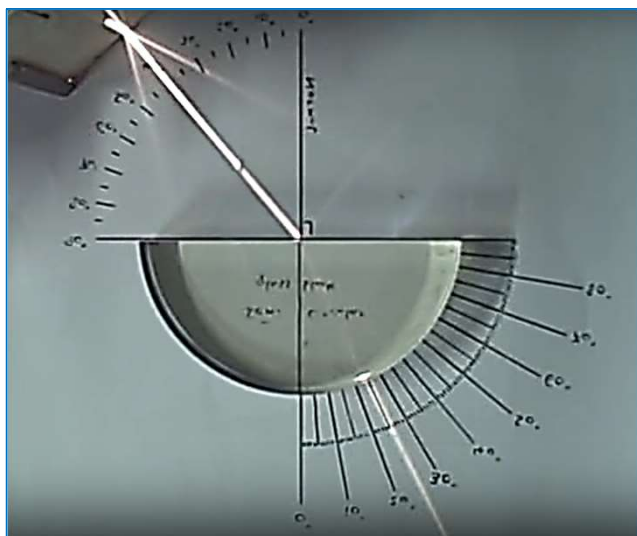
$$\text{Sen } L = \frac{n_{\text{menor}} \text{ (passa)}}{n_{\text{maior}} \text{ (provém)}}$$

Deduções, experimentos e exemplos

Situação 1: luz refrata para o meio mais refringente

provém
(-)

passa
(+)



Conclusão

- Ocorre reflexão e refração.
- Nunca ocorre reflexão interna total.

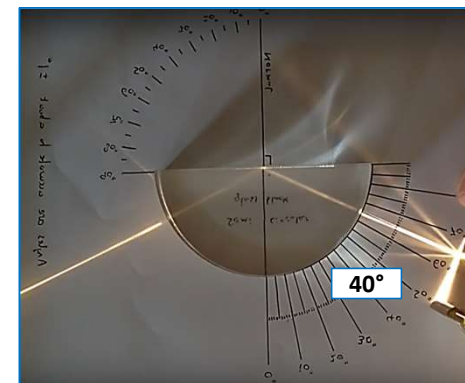
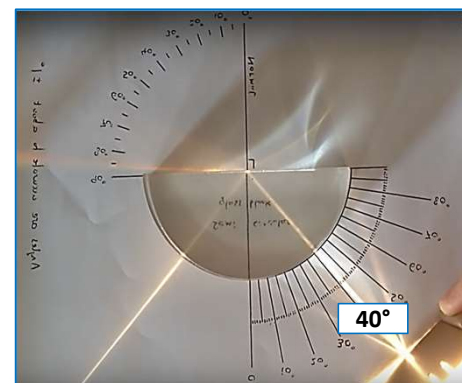
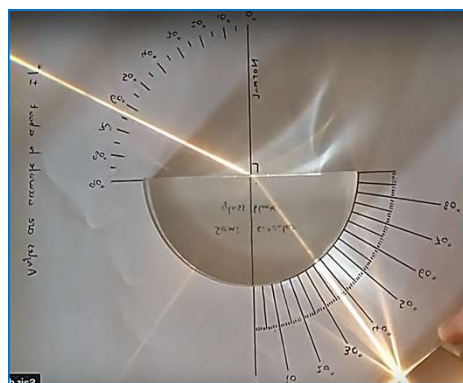
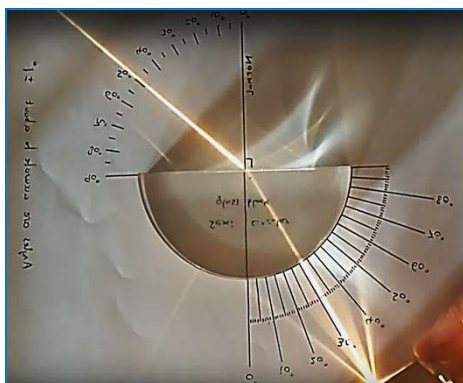
Situação 2: luz refrata para o meio menos refringente

$i < L$
ocorre reflexão e refração

$r = 90^\circ$ e $i = L$
situação limite

$i > L$
ocorre reflexão total

passa
(-)
provém
(+)

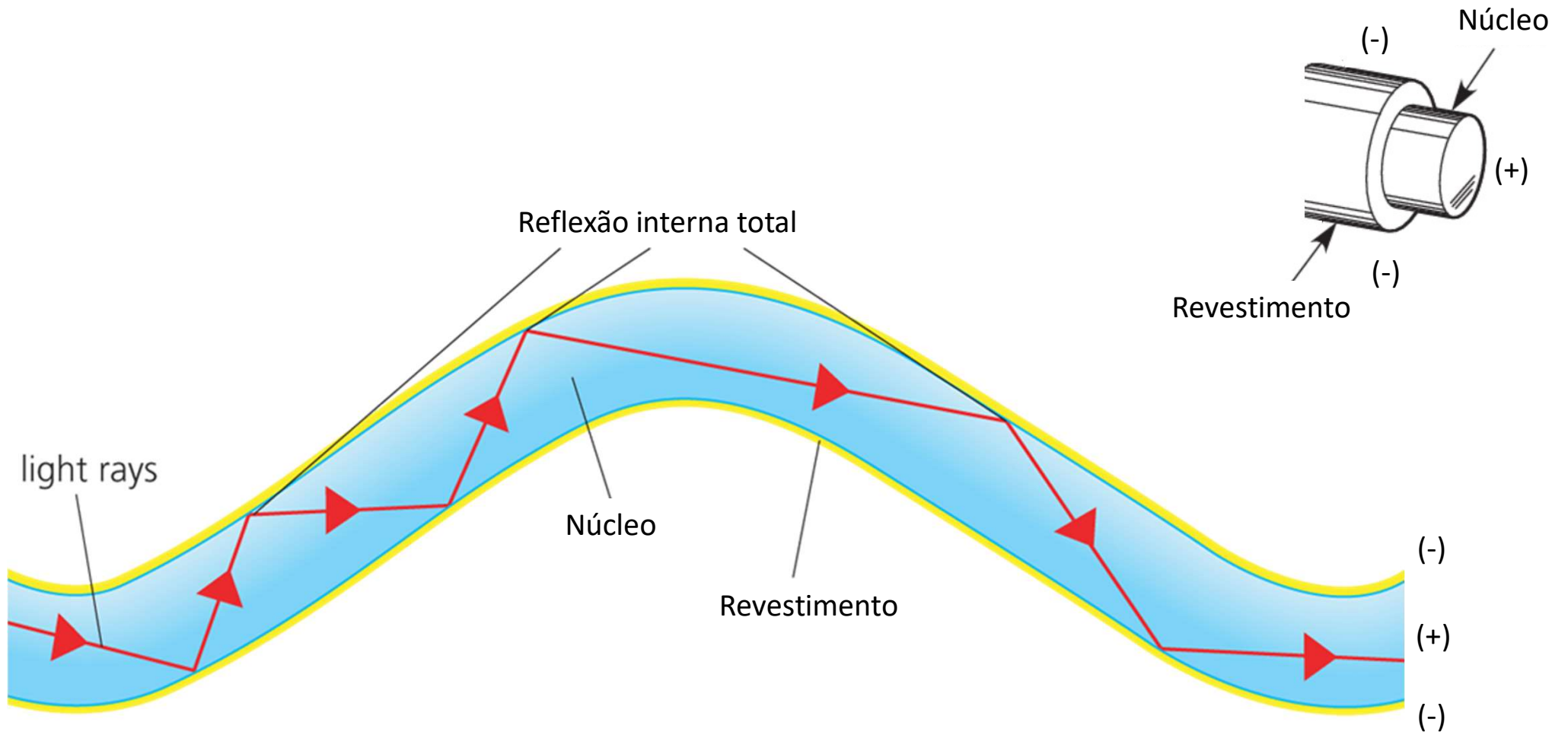


$$L = 40^\circ$$

Conclusão

- Se $i < L$: ocorre reflexão e refração.
- Se $i = L$: o raio refratado se propaga junto à superfície de separação e quase toda luz é refletida.
- Se $i > L$: não ocorre refração. Ocorre reflexão total.

Fibra óptica



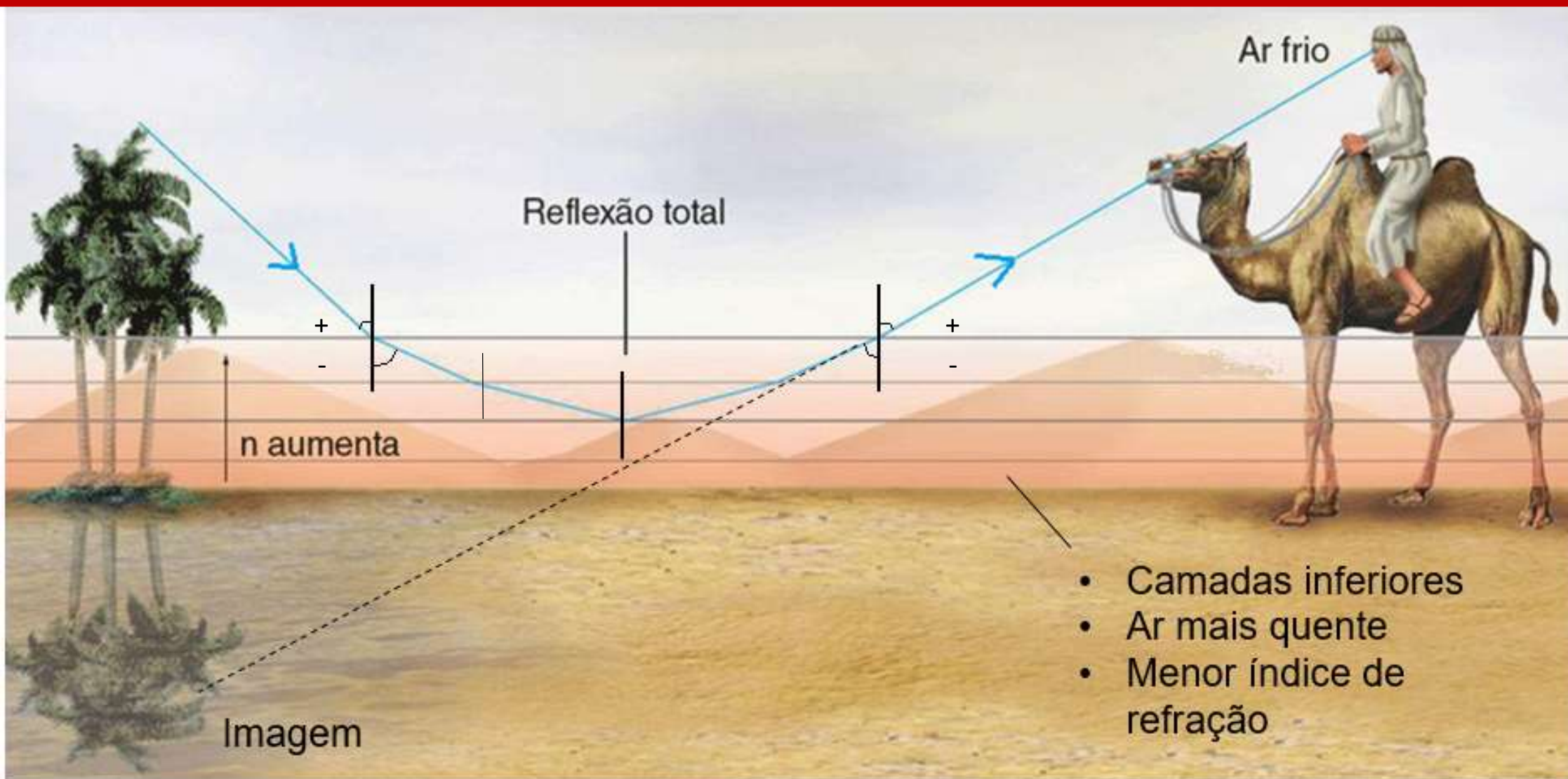
Fibra óptica



Miragem



Miragem



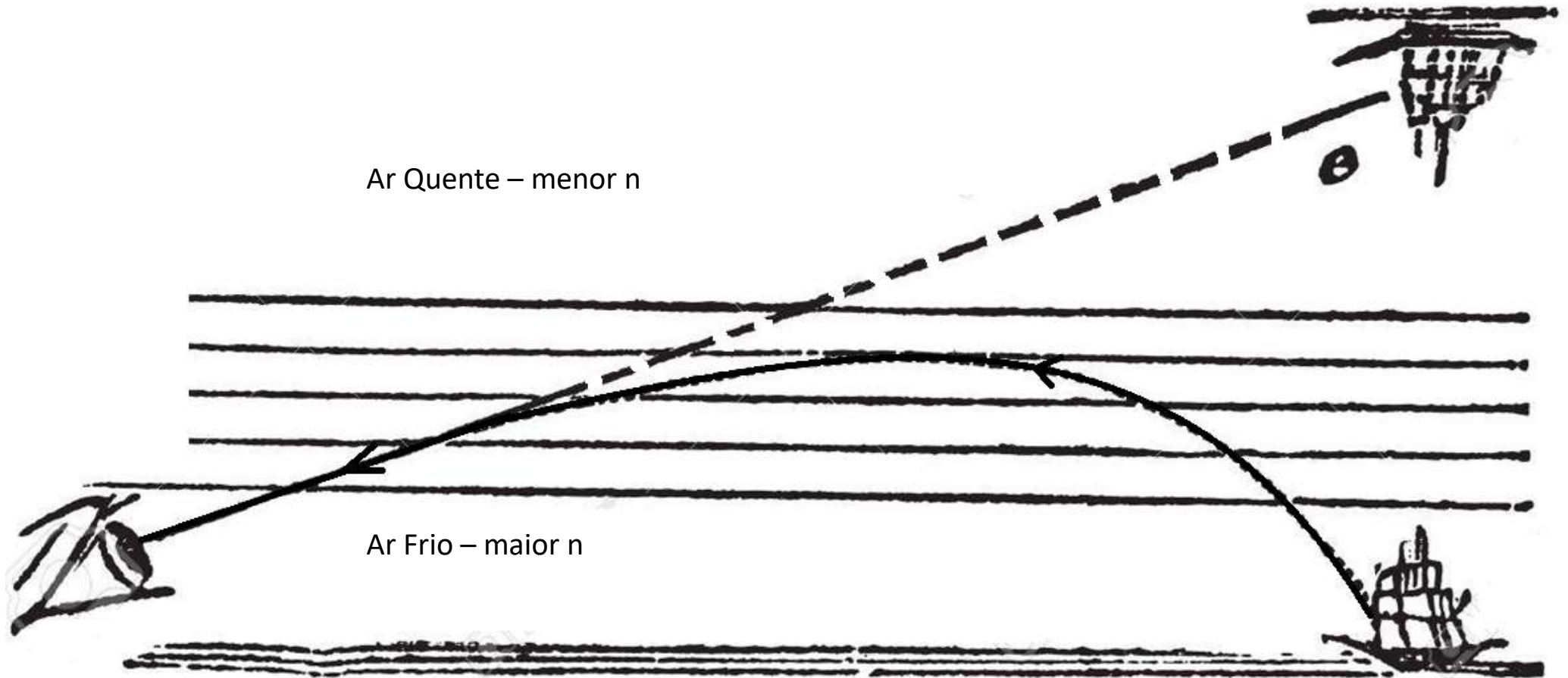
Miragem



Miragem



Miragem





Miragem



Miragem



Miragem

