

## Refração: fundamentos e leis

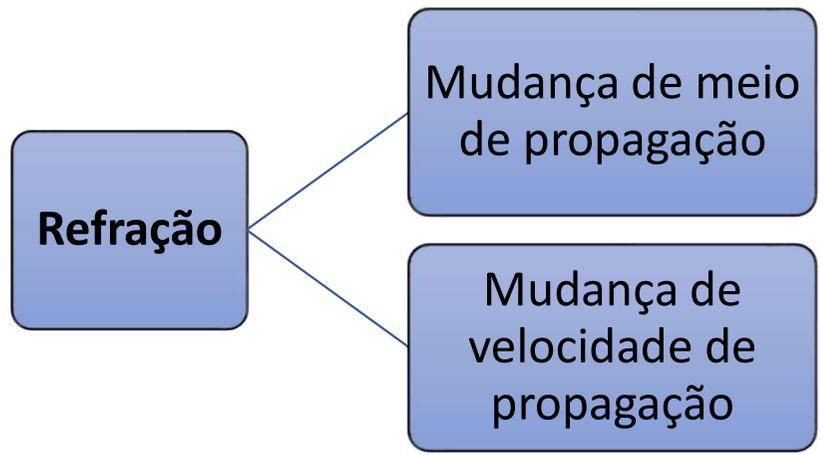
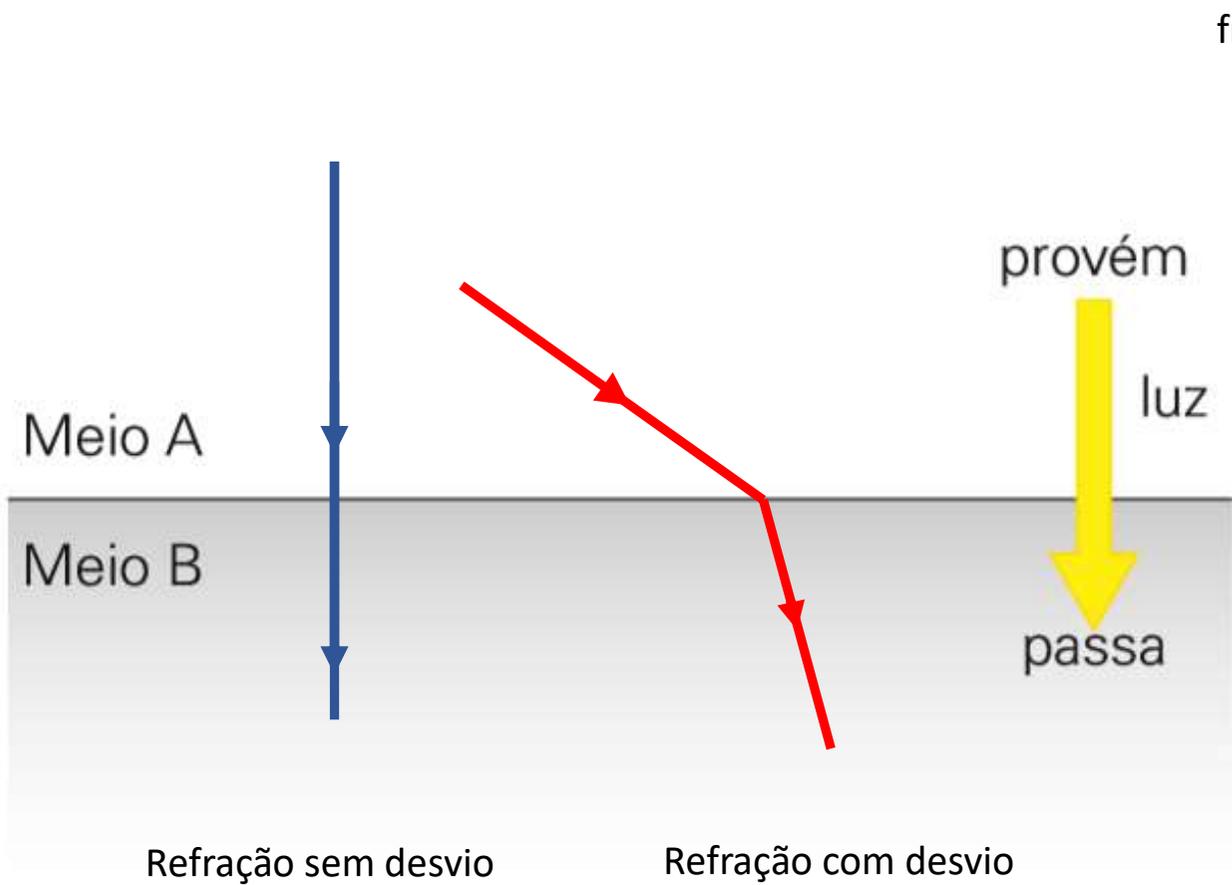
Setor C: Aula 13 / Pg. 602 / Alfa 4

- SL 02 - Teoria
- SL 10 - Exercícios
- SL 17 - Experimentos e demonstrações

Apresentação, orientação e tarefa: [fisicasp.com.br](http://fisicasp.com.br)

**Professor Caio**

# Refração da Luz



## Refração 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.

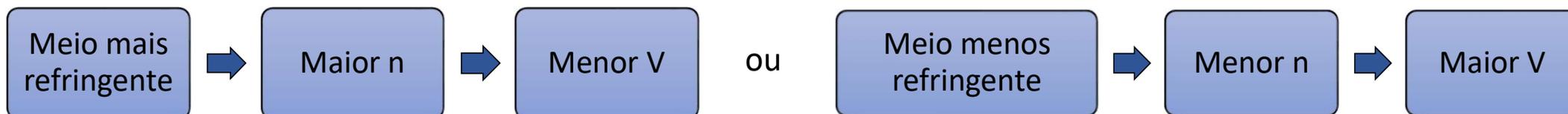
$$v < 3 \times 10^8 \text{ m/s}$$

### Índice de refração absoluto (n)

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

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

- 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.



## Refração da Luz

### Exemplo 1

$$V_{\text{vermelha, água}} = 2,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$n_{\text{vermelha, água}} = ?$$

$$n_{\text{ver, água}} = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \cancel{\text{m/s}}}{2 \times 10^8 \cancel{\text{m/s}}} = \frac{3}{2} = 1,5$$

$$n_{\text{ver, água}} = \frac{c}{v} = \frac{3}{2} \Rightarrow v = \frac{2}{3} c$$

Qual o significado?



### Exemplo 2

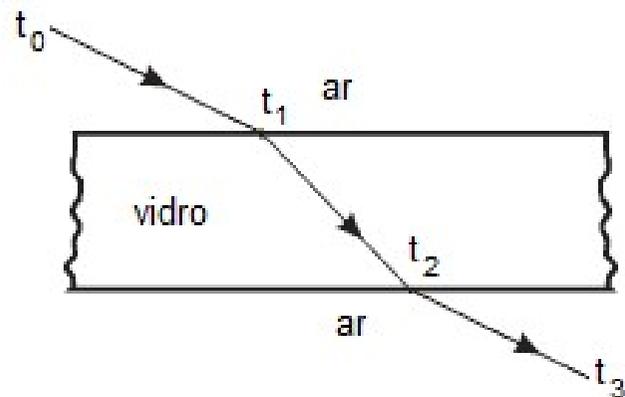
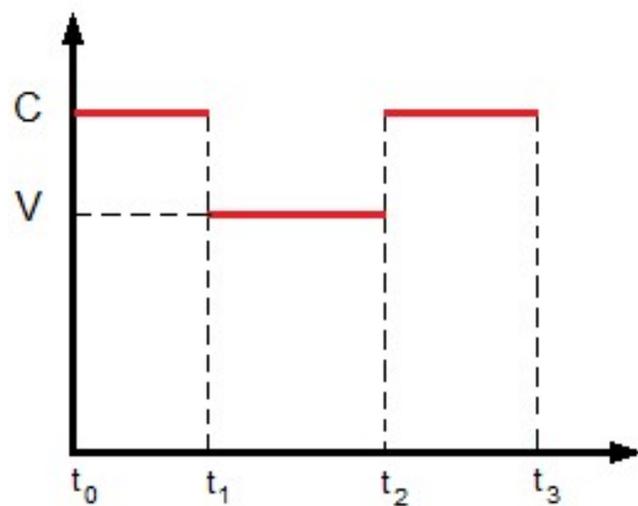
$$V_{\text{qualquer cor, ar ou vácuo}} = 3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$$

$$n_{\text{qualquer cor, ar ou vácuo}} = ?$$

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \times 10^8 \text{ m/s}}{3 \times 10^8 \text{ m/s}} = 1$$

## Refração da Luz

Dica 1

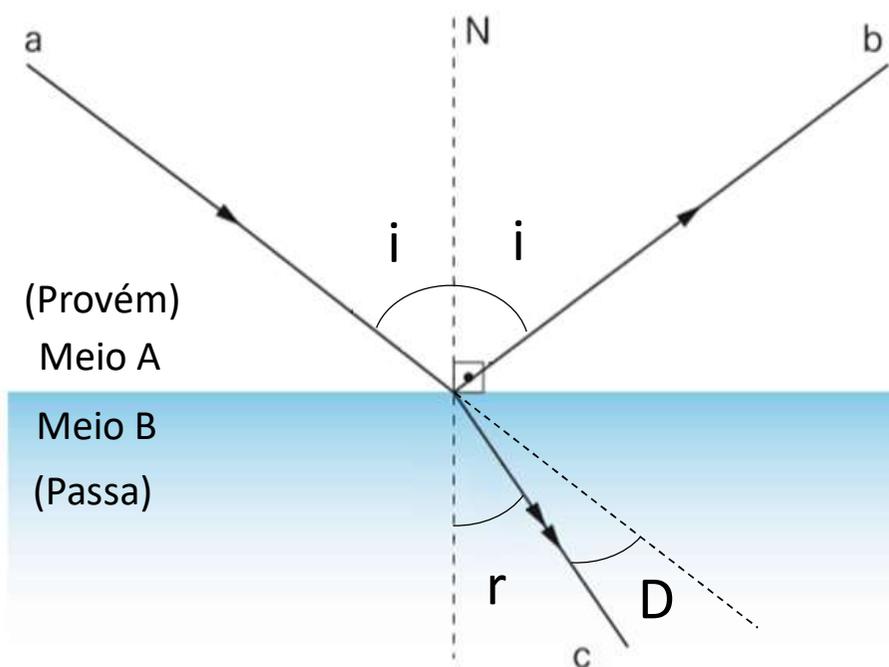


Dica 2



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

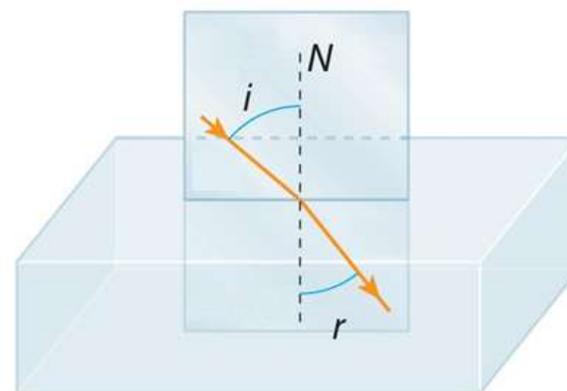
## Leis da refração



- 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

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



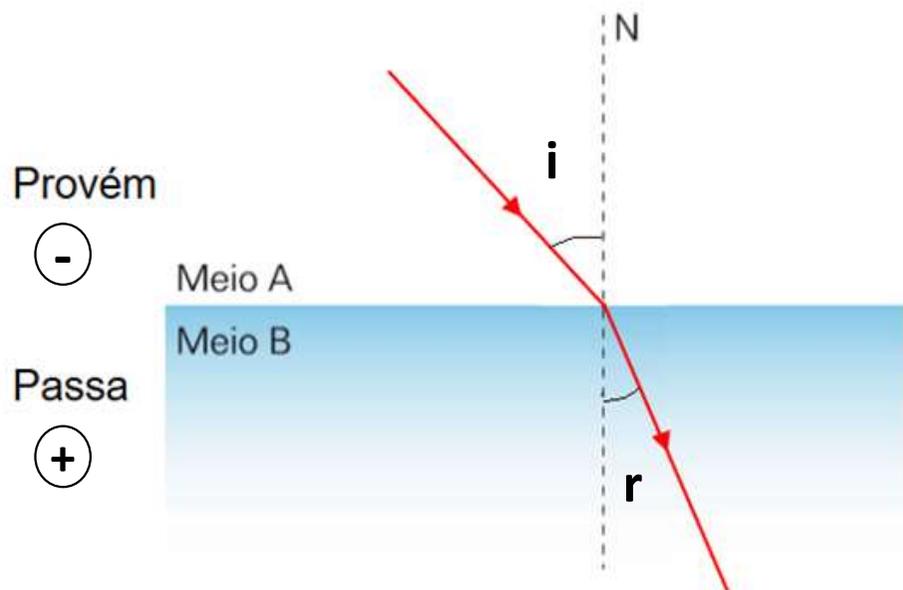
Toda refração é  
acompanhada de reflexão!



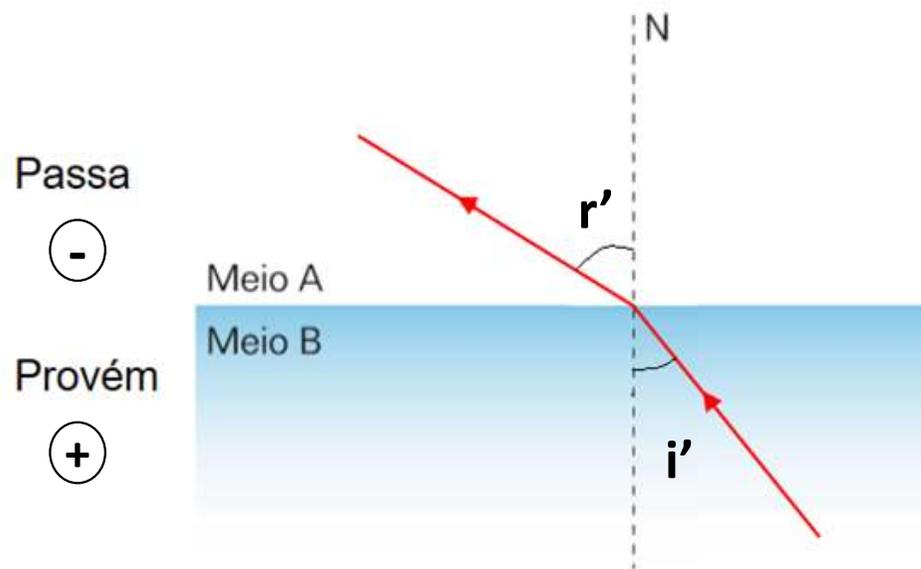
## Leis da refração

### Comportamento da luz


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



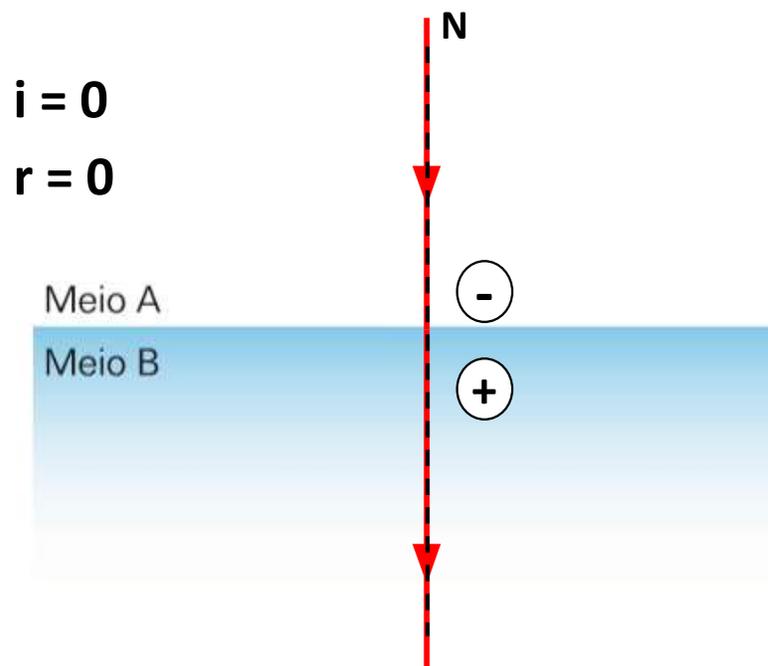

 Luz refrata para o meio menos refringente  
 O raio de luz fica menos perto da reta normal



## Leis da refração

### Comportamento da luz

*Incidência normal*  
*Refração sem desvio*

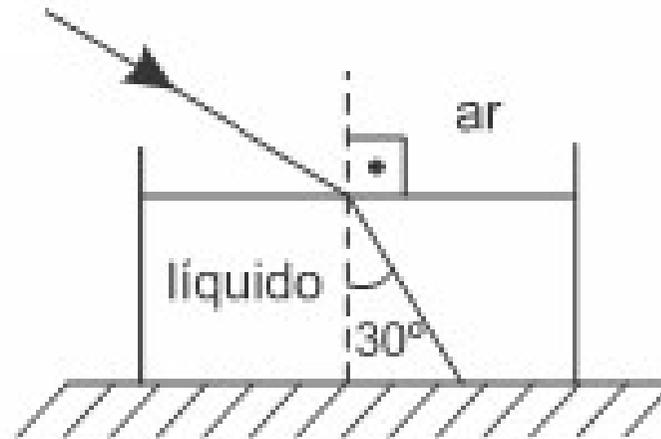




## Exercícios do Caio

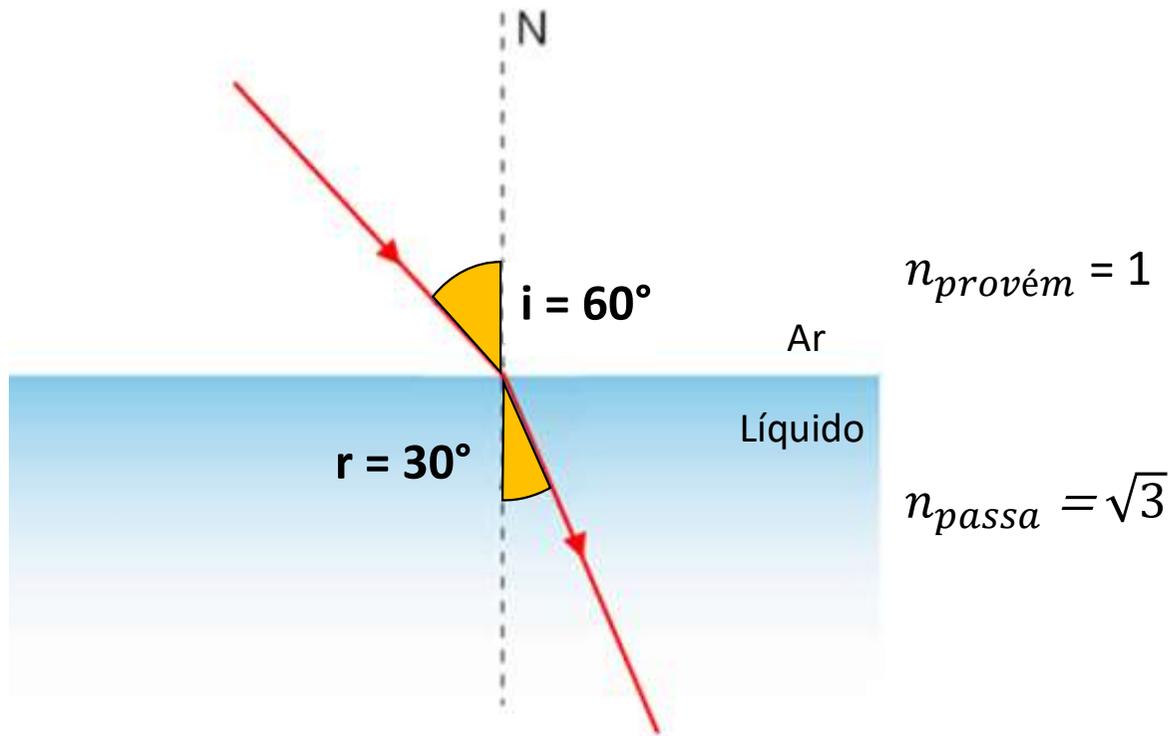
1. Um raio de luz monocromática incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de  $30^\circ$  com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo.

Sabendo que o índice de refração do ar é 1 e o índice de refração do líquido é  $\sqrt{3}$ , calcule o valor do ângulo de incidência.



1. Um raio de luz monocromática incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de  $30^\circ$  com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo.

Sabendo que o índice de refração do ar é 1 e o índice de refração do líquido é  $\sqrt{3}$ , calcule o valor do ângulo de incidência.



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

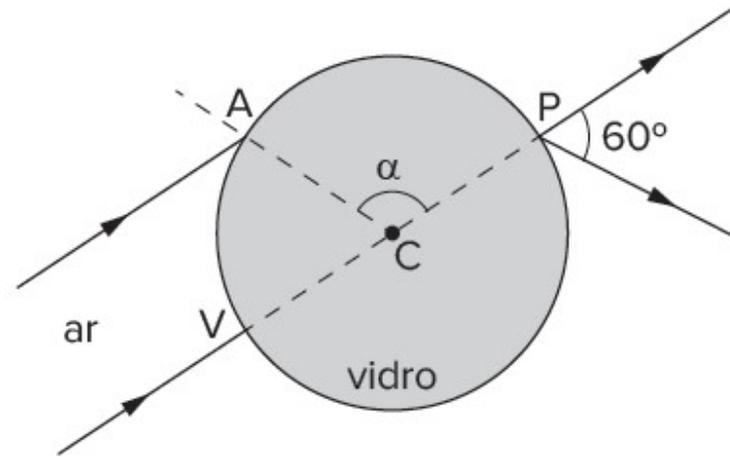
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } 30} = \frac{\sqrt{3}}{1}$$

$$\frac{\text{sen } i}{\frac{1}{2}} = \frac{\sqrt{3}}{1}$$

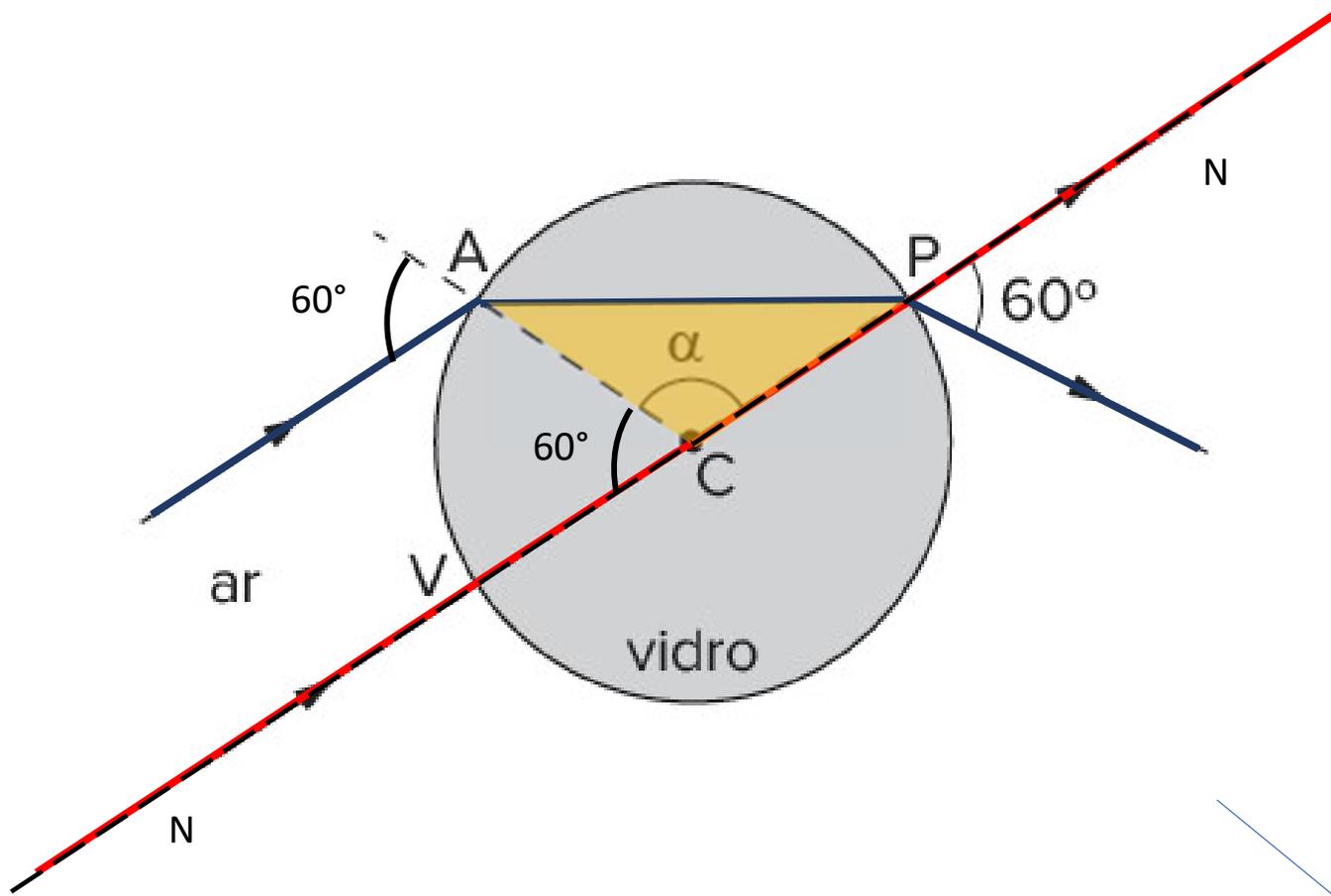
$$\text{sen } i = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

$$i = 60^\circ$$

2. (Unesp 2015) Dois raios luminosos monocromáticos, um azul e um vermelho, propagam-se no ar, paralelos entre si, e incidem sobre uma esfera maciça de vidro transparente de centro  $C$  e de índice de refração  $\sqrt{3}$  nos pontos  $A$  e  $V$ . Após atravessarem a esfera, os raios emergem pelo ponto  $P$ , de modo que o ângulo entre eles é igual a  $60^\circ$ .

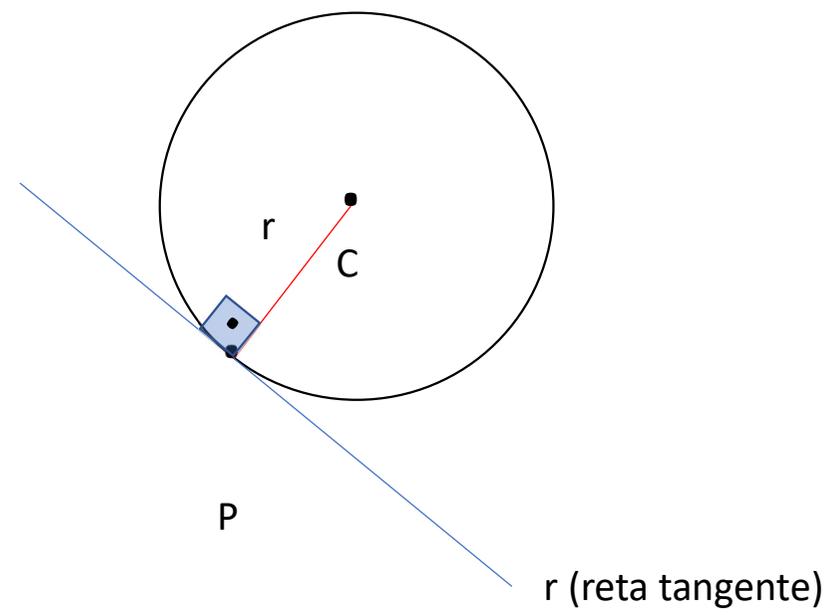


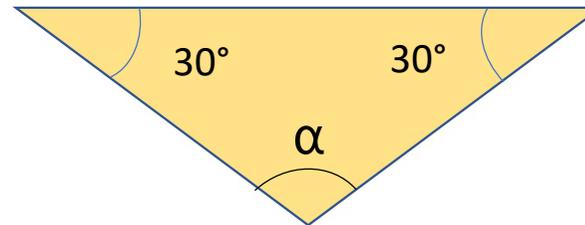
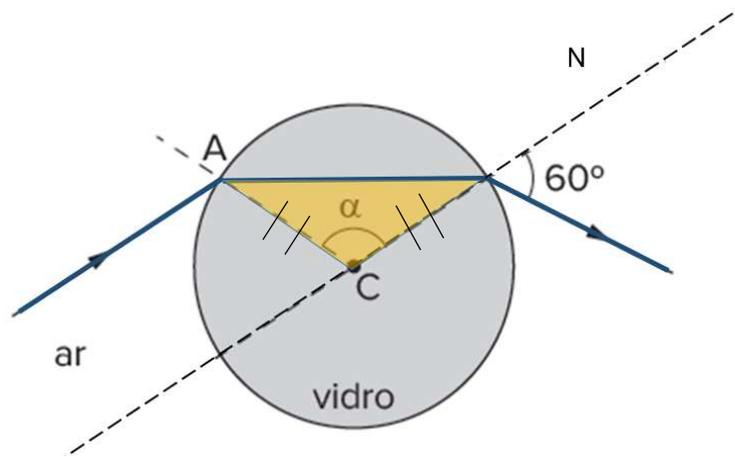
Considerando que o índice de refração absoluto do ar seja igual a 1, que  $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$  e que  $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ , calcule o valor ângulo  $\alpha$  indicado na figura.



$$60 + \alpha = 180$$

$$\alpha = 120^\circ$$

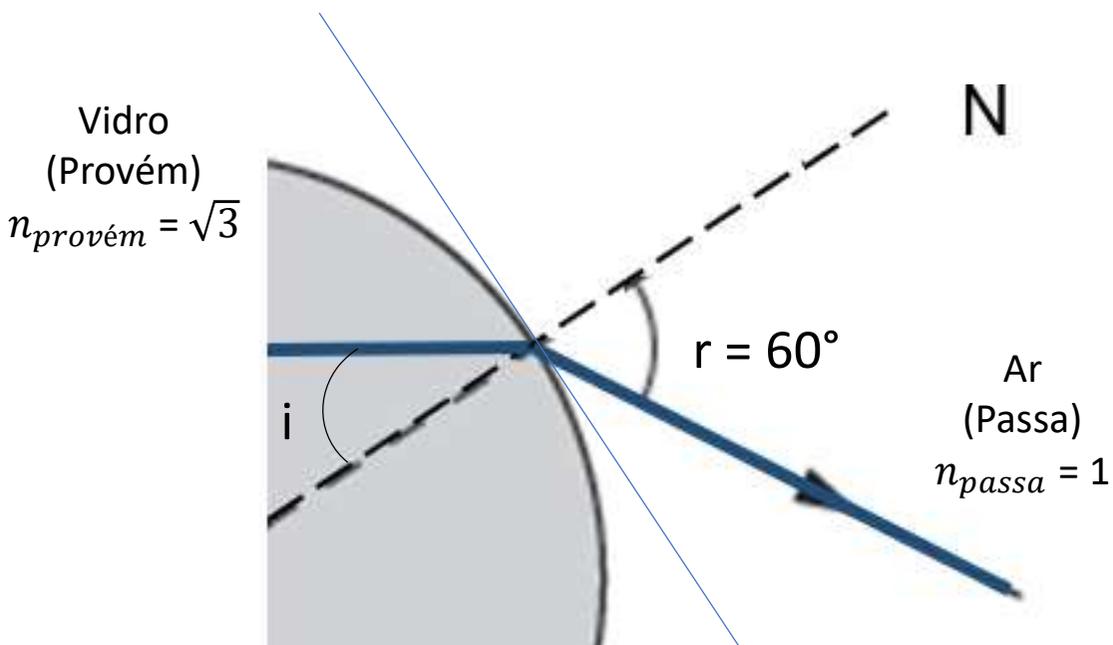




$$\alpha + 30 + 30 = 180$$

$$\alpha + 60 = 180$$

$$\alpha = 120^\circ$$



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

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } 60^\circ} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\text{sen } i}{\frac{\sqrt{3}}{2}} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\frac{\text{sen } i}{\frac{1}{2}} = \frac{1}{1}$$

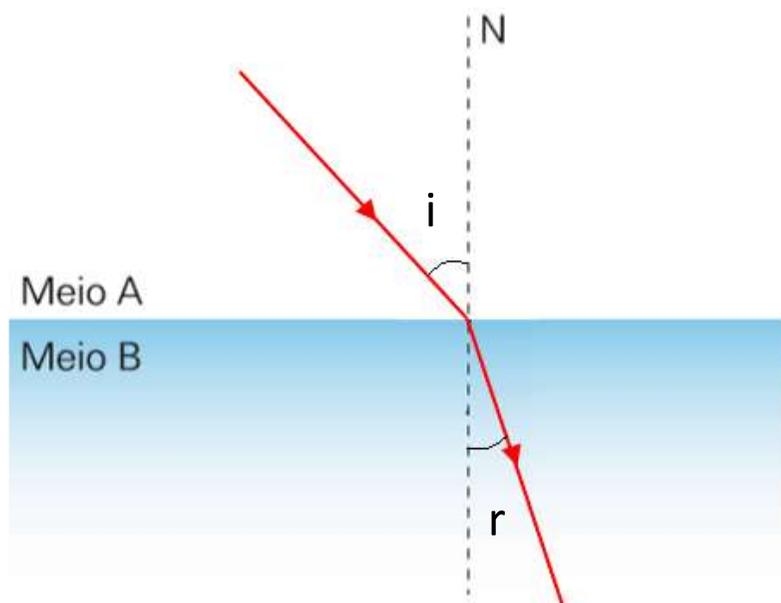
$$\text{sen } i = \frac{1}{2}$$

$$i = 30^\circ$$

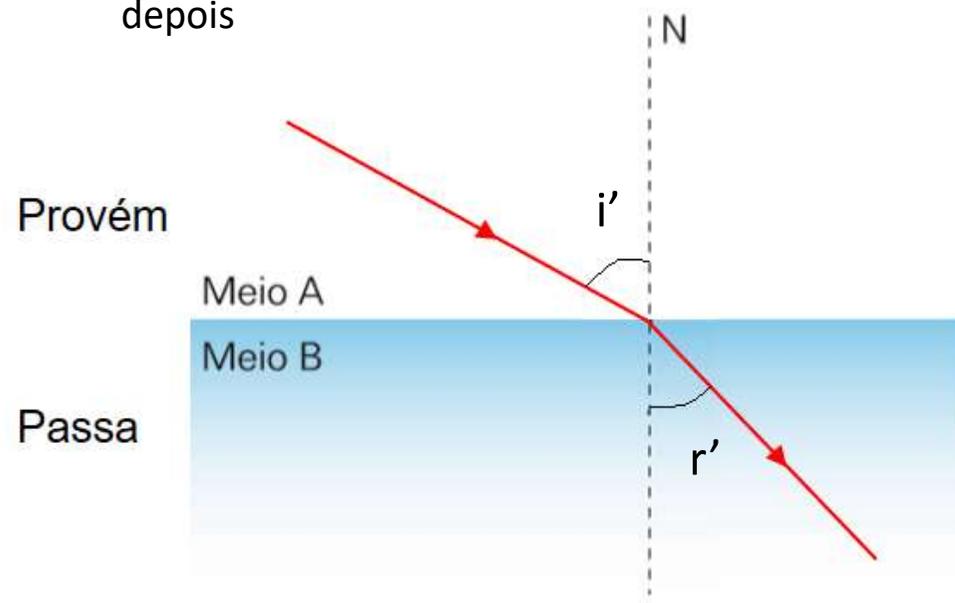
# Experimentos e demonstrações

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

antes



depois

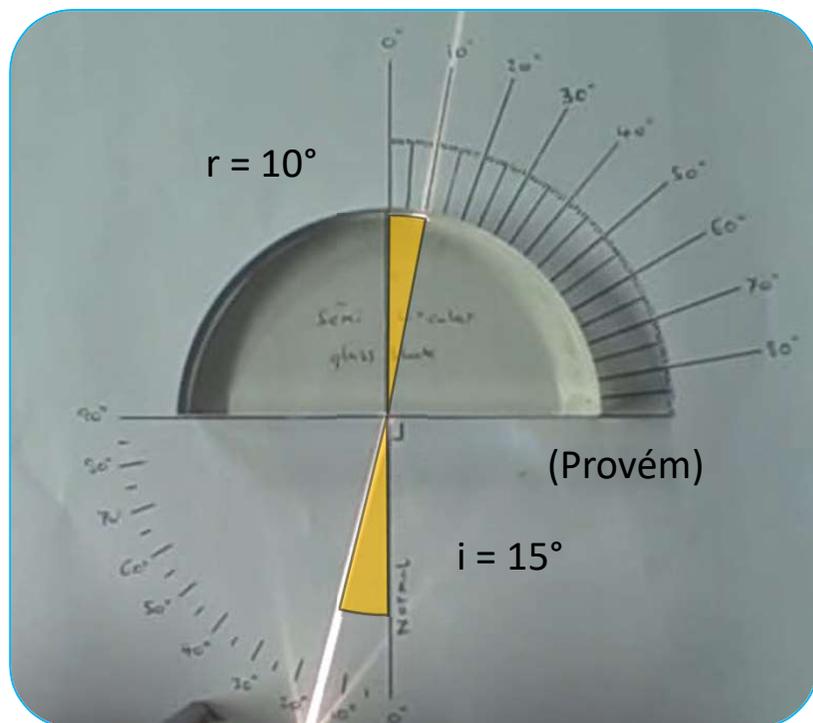


$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\text{sen } i'}{\text{sen } r'} = k$$

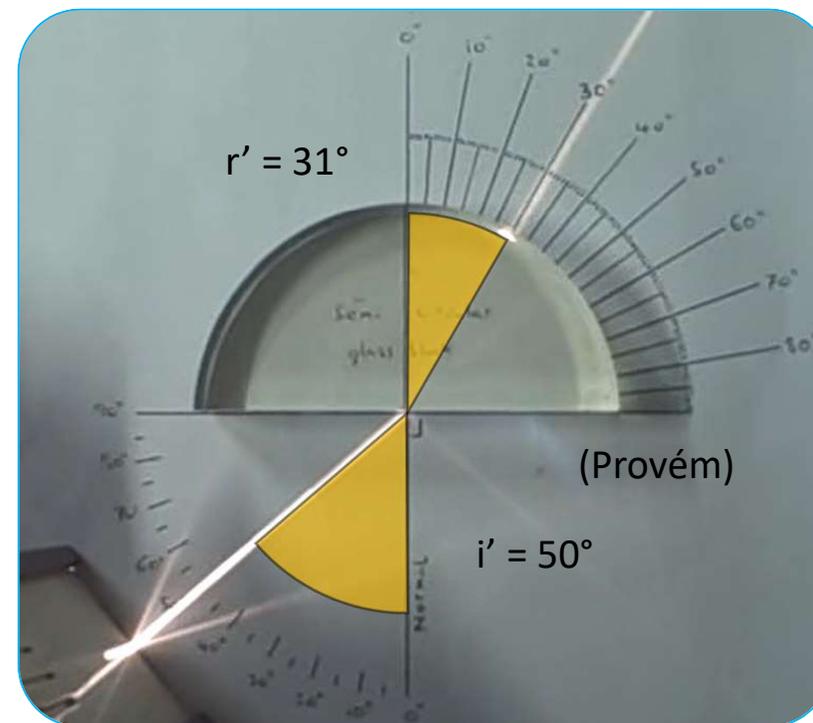
$$\frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}} = k$$

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

## 2ª Lei da refração



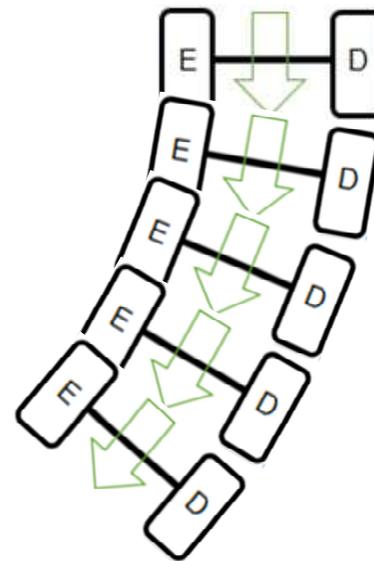
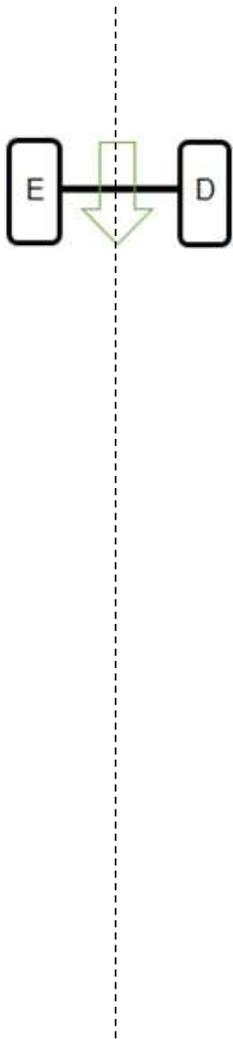
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{\text{sen } (15^\circ)}{\text{sen } (10^\circ)} \cong 1,49$$



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

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

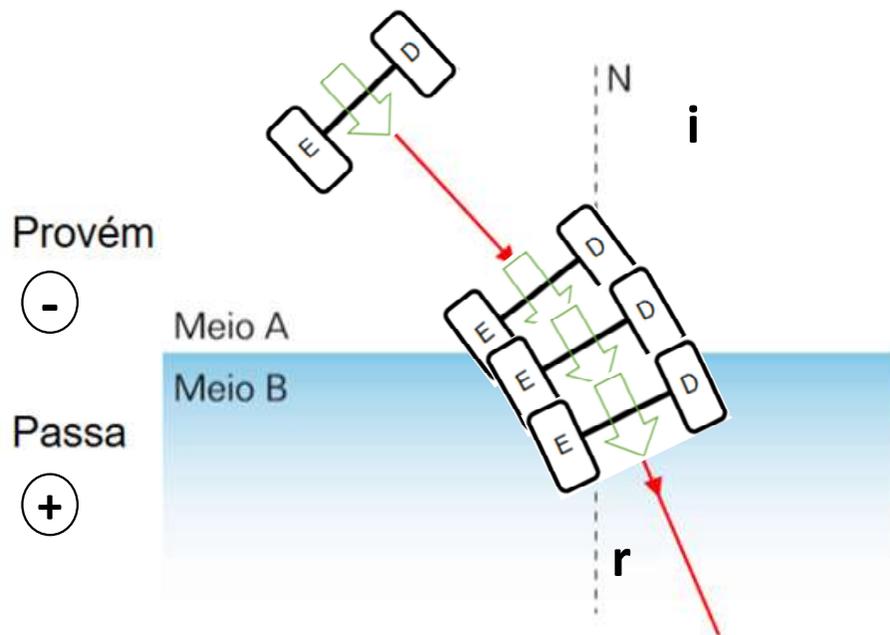
## 2ª Lei da refração (Lei de Snell-Descartes)



## Leis da refração

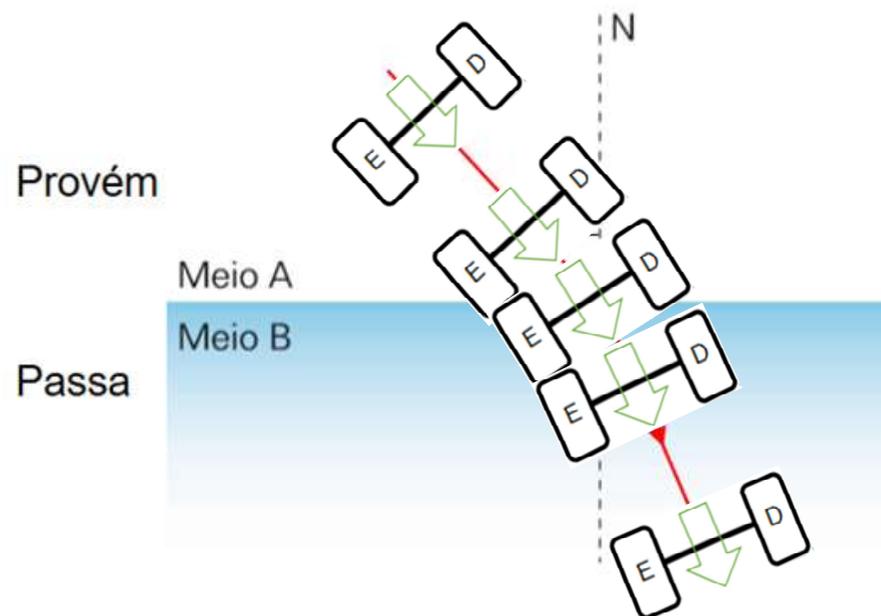
### Comportamento da luz

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



$$n_B > n_A$$

$$v_B < v_A$$



## Leis da refração

### Comportamento da luz

-  *Incidência normal*
- Refração sem desvio*

### Luz passa para o meio mais refringente

