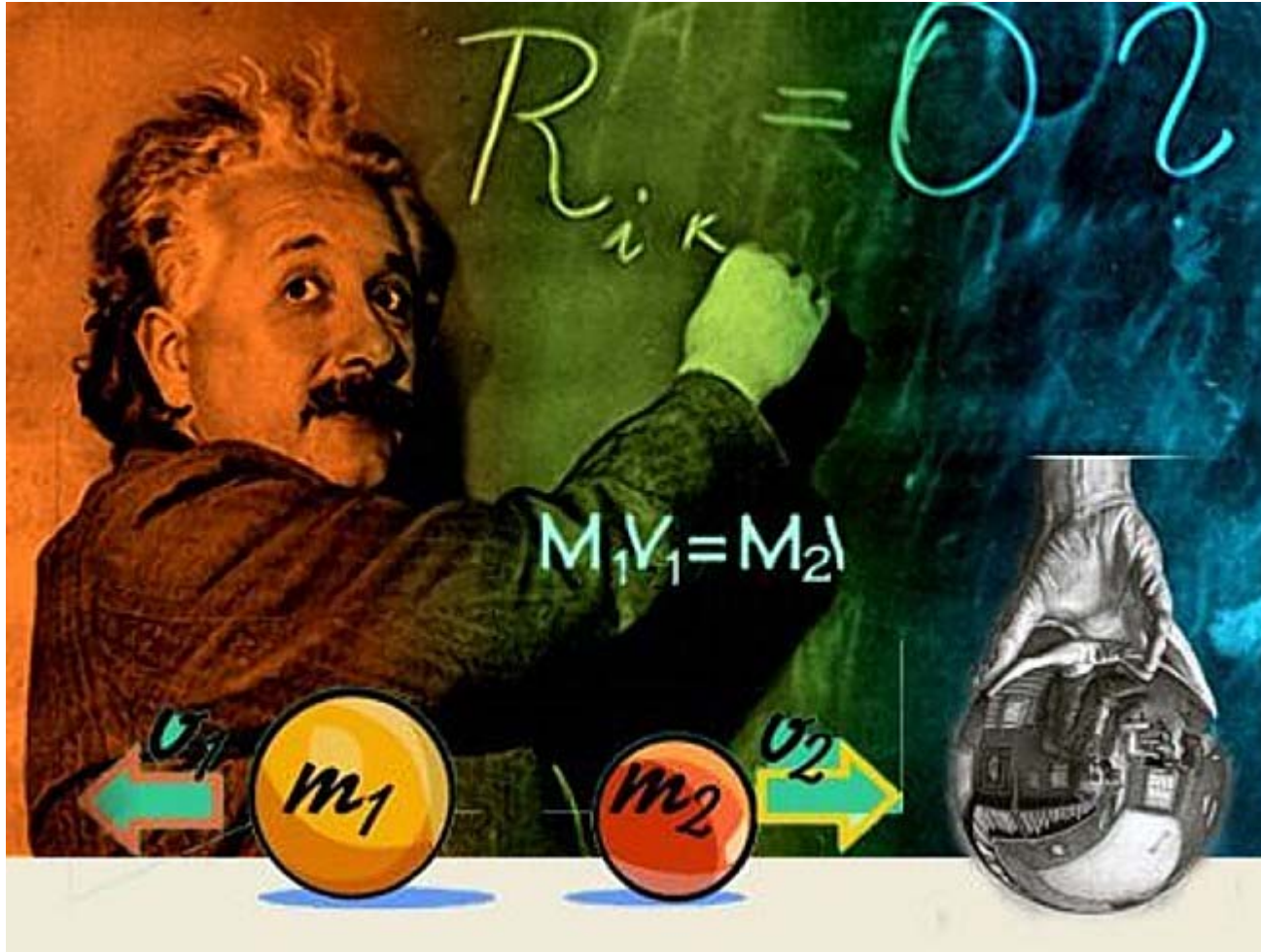


# Refração Luminosa



**Prof.: POMPEU**

# Refração Luminosa

## 1. DEFINIÇÃO

A **refração** é o fenômeno no qual a luz muda de meio de propagação, com mudança em sua velocidade.

## 2. ÍNDICE DE REFRAÇÃO ABSOLUTO DO MEIO

O **índice de refração absoluto**  $n$  de um meio, para determinada luz monocromática, é a razão entre a velocidade da luz no vácuo ( $c$ ) e a velocidade da luz no meio em questão ( $v$ ):

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

## 3. ÍNDICE DE REFRAÇÃO RELATIVO

$$n_{21} = \frac{n_2}{n_1} = \frac{v_1}{v_2} = \frac{\lambda_1}{\lambda_2}$$

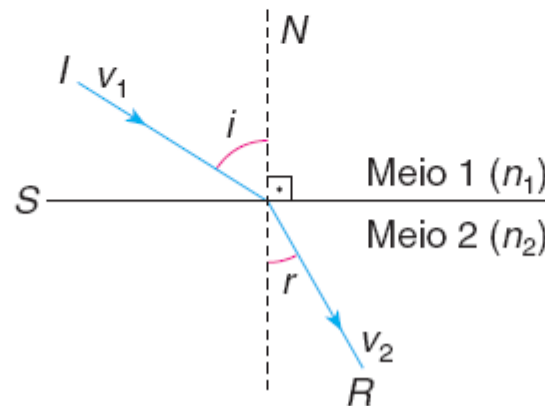
Dados dois meios, o de maior índice de refração é denominado mais refringente.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## 4. LEIS DA REFRAÇÃO

1ª lei:

O raio incidente  $I$ , o raio refratado  $R$  e a normal  $N$  à superfície de separação  $S$  pertencem ao mesmo plano.



2ª lei ou lei de Snell-Descartes:

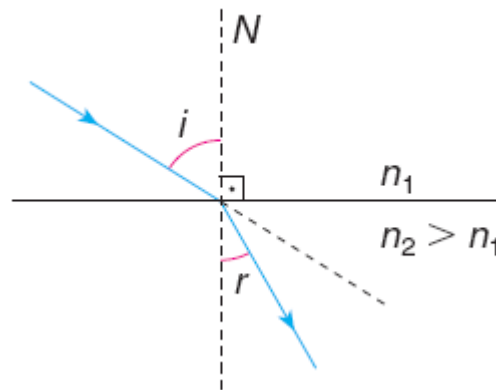
$$n_1 \cdot \text{sen } i = n_2 \cdot \text{sen } r$$

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## 4. PROPRIEDADES DA REFRAÇÃO

### PROPRIEDADES DA REFRAÇÃO

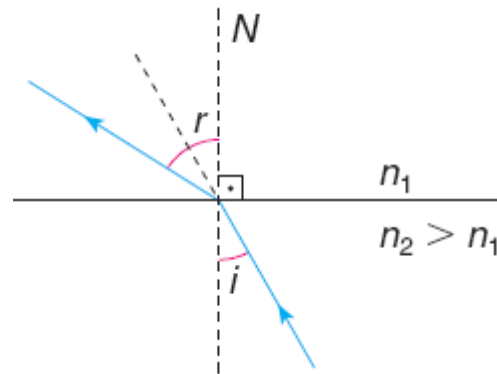
Para incidência oblíqua, quando a luz passa de um meio menos refringente para um meio mais refringente, o raio de luz se aproxima da normal.



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## 4. PROPRIEDADES DA REFRAÇÃO

Para incidência oblíqua, quando a luz passa de um meio mais refringente para um meio menos refringente, o raio de luz se afasta da normal.



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

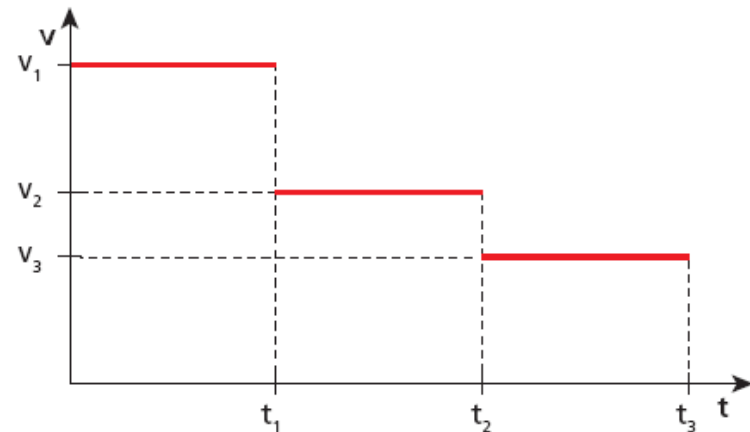
Como  $v$  e  $n$  são inversamente proporcionais ( $n = \frac{c}{v}$ ):

$$\left. \begin{array}{l} v_3 < v_2 < v_1 \Rightarrow n_3 > n_2 > n_1 \\ n_{\text{diam}} > n_{\text{vidro}} > n_{\text{ar}} \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} \text{Meio 1: ar;} \\ \text{Meio 2: vidro;} \\ \text{Meio 3: diamante.} \end{array}$$

Resposta: d

**1** (PUC-SP) Um raio de luz monocromática passa do meio 1 para o meio 2 e deste para o meio 3. Sua velocidade de propagação relativa aos meios citados é  $v_1$ ,  $v_2$  e  $v_3$ , respectivamente.

O gráfico representa a variação da velocidade de propagação da luz em função do tempo ao atravessar os meios mencionados, considerados homogêneos:



Sabendo-se que os índices de refração do diamante, do vidro e do ar obedecem à desigualdade  $n_{\text{diam}} > n_{\text{vidro}} > n_{\text{ar}}$ , podemos afirmar que os meios 1, 2 e 3 são, respectivamente:

- a) diamante, vidro, ar.
- b) diamante, ar, vidro.
- c) ar, diamante, vidro.
- d) ar, vidro, diamante.
- e) vidro, diamante, ar.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

$$\text{a) } n_v = \frac{c}{v_v} \Rightarrow v_v = \frac{300\,000}{1,5} \Rightarrow \boxed{v_v = 200\,000 \text{ km/s}}$$

$$\text{b) } n_v = \frac{c}{v_d} \Rightarrow v_d = \frac{300\,000}{2,4} \Rightarrow \boxed{v_d = 125\,000 \text{ km/s}}$$

$$\text{c) } n_{d,v} = \frac{n_d}{n_v} = \frac{2,4}{1,5} \Rightarrow \boxed{n_{d,v} = 1,6}$$

**Respostas:** a) 200 000 km/s; b) 125 000 km/s; c) 1,6.

**2** Para a luz amarela emitida pelo sódio, os índices de refração de certo vidro e do diamante são iguais a 1,5 e 2,4, respectivamente. Sendo de 300 000 km/s a velocidade da luz no ar, calcule, para a luz amarela citada:

- sua velocidade no vidro;
- sua velocidade no diamante;
- o índice de refração do diamante em relação ao vidro.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

a) Pela Lei de Snell, temos:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

Sendo  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = \sqrt{2}$ ,  $\sin \theta_1 = \sin 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$ ,  
temos:

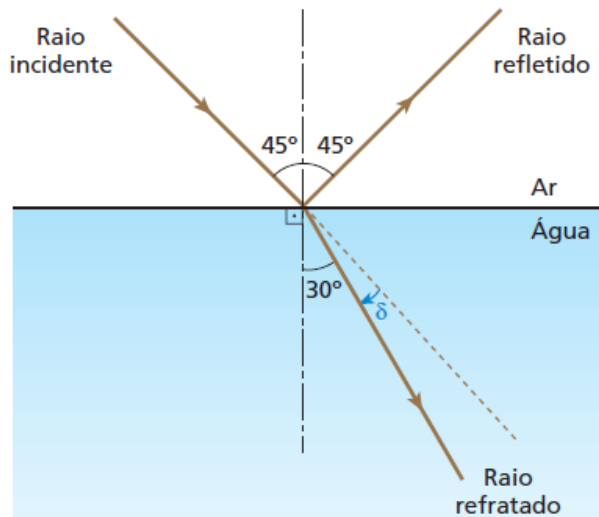
$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = \frac{1}{2}$$

Então:  $\theta_2 = 30^\circ$

b) O desvio experimentado pelo raio ao se refratar é:

$$\delta = \theta_1 - \theta_2 \Rightarrow \delta = 45^\circ - 30^\circ \Rightarrow \delta = 15^\circ$$

c)



4

Um raio de luz monocromática propaga-se no ar (meio 1) e atinge a superfície plana da água (meio 2) sob ângulo de incidência  $\theta_1$  igual a  $45^\circ$ . Admitindo que o índice de refração da água vale  $\sqrt{2}$  para aquela luz, determine:

- o ângulo de refração;
- o desvio experimentado pelo raio ao se refratar;
- uma figura em que estejam representados o raio incidente, o raio refletido e o raio refratado.



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

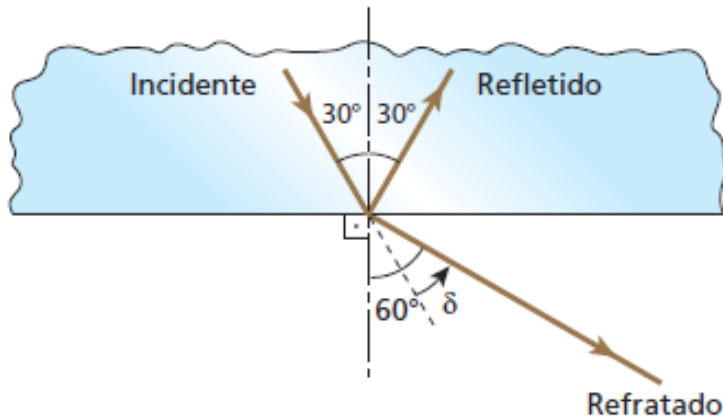
## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

a)  $n_b \sin 30^\circ = n_{ar} \sin r \Rightarrow \sqrt{3} \cdot \frac{1}{2} = 1 \sin r \Rightarrow \boxed{r = 60^\circ}$

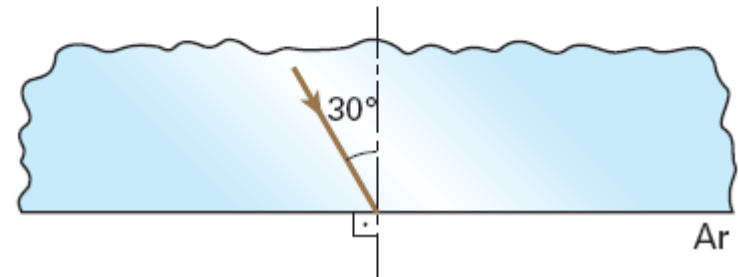
b)  $\delta_1 = 60^\circ - 30^\circ \Rightarrow \boxed{\delta = 30^\circ}$

c)



**6** Na figura a seguir, um pincel cilíndrico de luz monocromática propaga-se em um bloco sólido transparente e incide na fronteira plana entre o bloco e o ar, sob ângulo de incidência igual a  $30^\circ$ . Sabendo que o índice de refração do bloco para a radiação considerada vale  $\sqrt{3}$ , determine:

- o ângulo de refração;
- o desvio experimentado pela luz ao se refratar;
- a representação esquemática dos raios incidente, refletido e refratado.



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

- (01) Verdadeira.  
(02) Falsa. Refração é a passagem da luz de um meio transparente para outro, ocorrendo variação da velocidade de propagação, mas nem sempre desvio.  
(04) Verdadeira.  
(08) Verdadeira. É o que ocorre na incidência normal.  
(16) Verdadeira.  
(32) Verdadeira.  
(64) Verdadeira.

**Resposta:** 125

- 7** Julgue falsa ou verdadeira cada uma das afirmações a seguir.
- (01) Numa noite enluarada, os animais que habitam o interior de um lago de águas calmas podem enxergar a Lua. Uma pessoa, à beira do lago, quando olha para a superfície da água, também pode ver a Lua. Podemos então concluir que a luz proveniente da Lua, ao incidir na água, não somente se refrata, mas também se reflete parcialmente.
- (02) Refração da luz é o desvio da luz ao atravessar a fronteira entre dois meios transparentes.
- (04) Refração da luz é a passagem da luz de um meio transparente para outro, ocorrendo sempre uma alteração de sua velocidade de propagação.
- (08) Na refração da luz, o raio refratado pode não apresentar desvio em relação ao raio incidente.
- (16) A cor da luz (frequência) não se altera na refração.
- (32) Quando um raio incidente oblíquo passa do meio menos refringente para o mais refringente, ele se aproxima da normal.
- (64) Quando um raio incidente oblíquo passa do meio mais refringente para o menos refringente, ele se afasta da normal.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

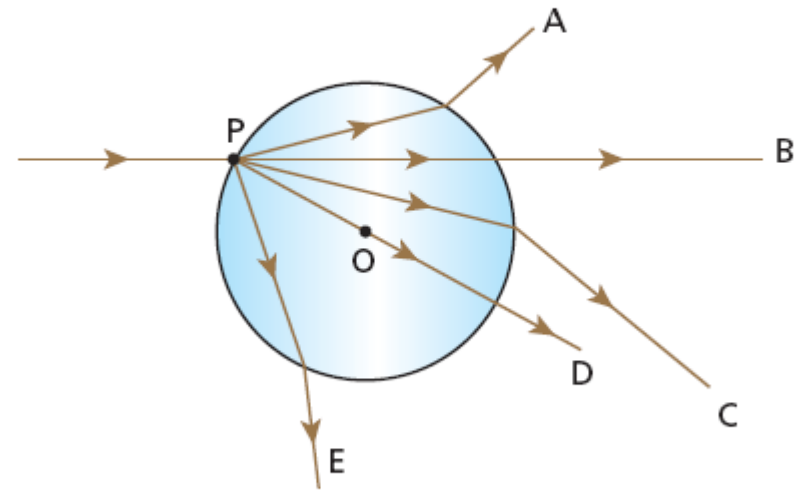
## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

Ao penetrar no vidro (meio mais refringente), o raio aproxima-se da normal (reta que passa pelos pontos **P** e **O**). Ao emergir do vidro para o ar (meio menos refringente), o raio afasta-se da normal.

Resposta: C

**13** Um raio de luz monocromática proveniente do ar incide no ponto **P** de uma esfera de vidro de centro **O**, como representa a figura:



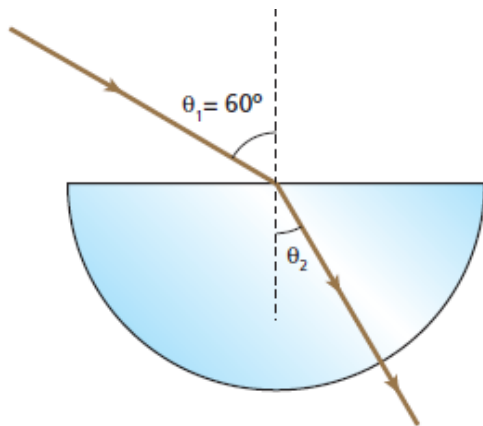
Dos trajetos indicados (**A**, **B**, **C**, **D** e **E**), qual é possível?



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

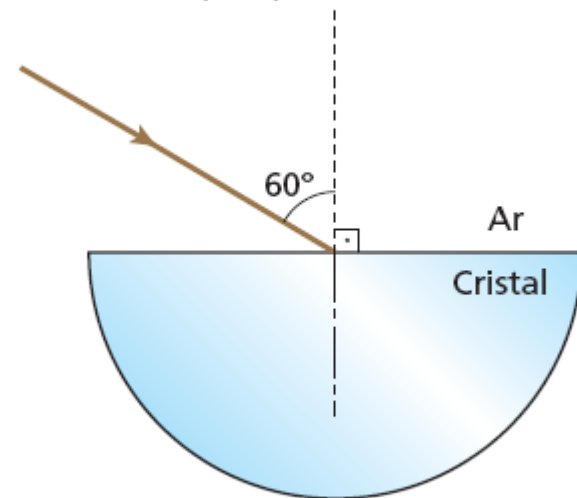
### SOLUÇÃO



$$n_{Ar} \cdot \sin \theta_1 = n_C \cdot \sin \theta_2$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \cdot \sin \theta_2 \Rightarrow \theta_2 = 30^\circ$$

**15** Um raio de luz monocromática incide no centro da face circular de uma peça hemisférica de cristal transparente. A figura representa a seção da peça determinada pelo plano de incidência do raio:



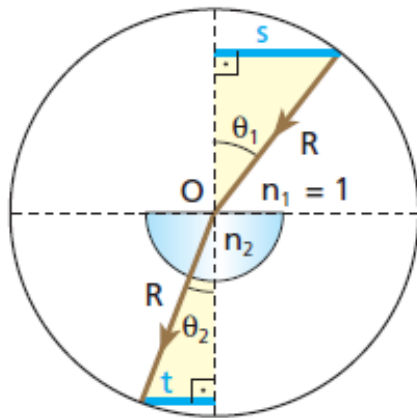
Sendo  $\sqrt{3}$  o índice de refração do cristal para a referida radiação, determine a trajetória do raio refratado até emergir para o ar, indicando os ângulos envolvidos.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

Sendo  $R$  o raio do disco, temos:



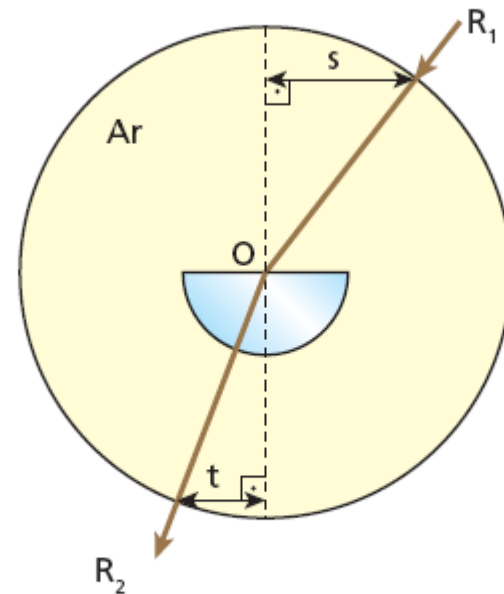
Usando a Lei de Snell:

$$n_1 \sin \theta_1 = n_2 \sin \theta_2$$

$$1 \cdot \frac{s}{R} = n_2 \cdot \frac{t}{R} \Rightarrow n_2 \cdot \frac{s}{t} = \frac{8,0}{5,0}$$

Então:  $n_2 = 1,6$

**16** Para determinar o índice de refração de um material, uma peça semicilíndrica polida desse material foi colocada sobre um disco de centro  $O$ , como sugere a figura.



Um raio de luz monocromática  $R_1$ , emitido rente ao disco, incide na peça, obtendo-se o raio refratado  $R_2$ . As distâncias  $s$  e  $t$  foram medidas, encontrando-se  $s = 8,0$  cm e  $t = 5,0$  cm. Calcule o índice de refração do material da peça.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

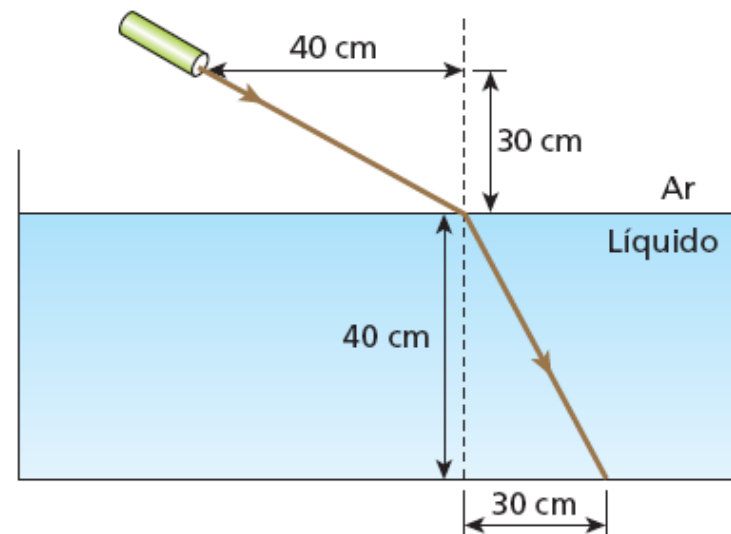
Na figura dada, temos dois triângulos retângulos cujos catetos medem 30 cm e 40 cm.

Portanto, a hipotenusa de cada um deles mede 50 cm:

$$n_{\text{ar}} \sin \theta_1 = n_{\text{L}} \sin \theta_2 \Rightarrow \frac{n_{\text{L}}}{n_{\text{ar}}} = \frac{\frac{40}{50}}{\frac{30}{50}} \Rightarrow \frac{n_{\text{L}}}{n_{\text{ar}}} = \frac{4}{3} \cong 1,33$$

Resposta: b

**17** (UFSE) O raio de luz monocromática representado no esquema abaixo se propaga do ar para um líquido:



Pode-se afirmar que o índice de refração do líquido em relação ao ar é:

- a) 1,25.
- b) 1,33.
- c) 1,50.
- d) 1,67.
- e) 1,80.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

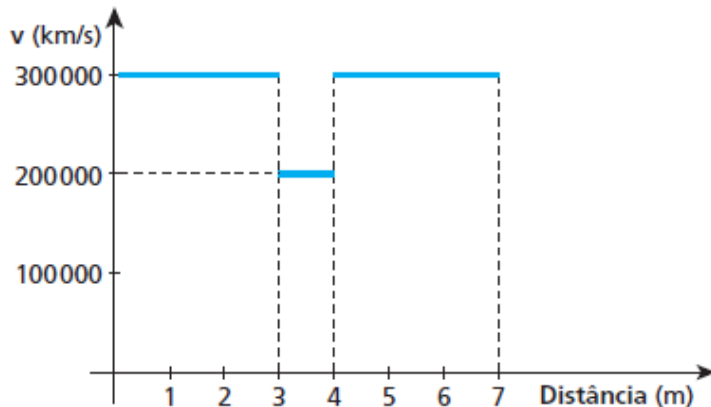
## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

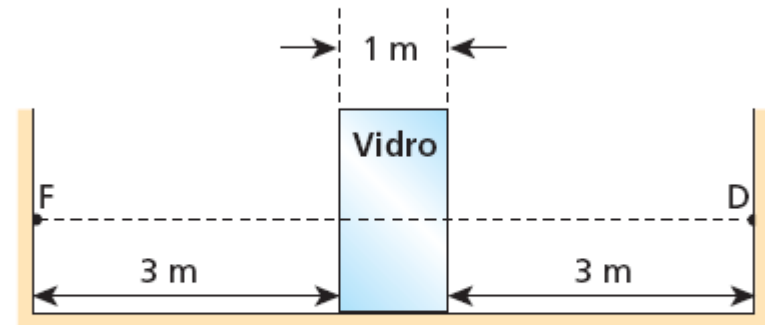
$$\text{a) } \frac{n_v}{n_{ar}} = \frac{v_{ar}}{v_v} \Rightarrow 1,5 = \frac{3,0 \cdot 10^8}{v_v} \Rightarrow v_v = 2,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$
$$\Delta t = \frac{\Delta s_1}{v_{ar}} + \frac{\Delta s_2}{v_v} + \frac{\Delta s_3}{v_{ar}} \Rightarrow \Delta t = \frac{3}{3,0 \cdot 10^8} + \frac{1}{2,0 \cdot 10^8} + \frac{3}{3,0 \cdot 10^8}$$

$$\Delta t = 2,5 \cdot 10^{-8} \text{ s}$$

b)



**19** (Fuvest-SP) No esquema abaixo, temos uma fonte luminosa **F** no ar, defronte de um bloco de vidro, após o qual se localiza um detector **D**. Observe as distâncias e dimensões indicadas no desenho:



São dados: índice de refração do ar = 1,0; índice de refração do vidro em relação ao ar = 1,5; velocidade da luz no ar = 300 000 km/s.

- Qual o intervalo de tempo para a luz se propagar de **F** a **D**?
- Construa, em seu caderno, um gráfico da velocidade da luz em função da distância, a contar da fonte **F**.

# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

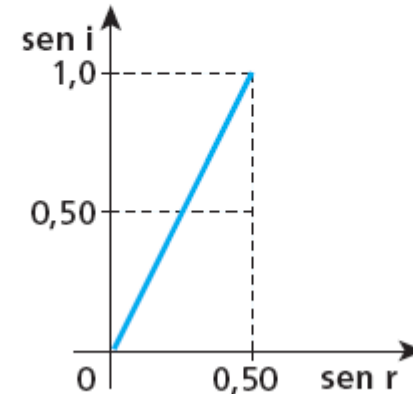
## EXERCÍCIOS

### SOLUÇÃO

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_8}{n_0} \Rightarrow \frac{1,0}{0,50} = \frac{n_9}{1,0} \Rightarrow \boxed{n_8 = 2,0}$$

Resposta: 2,0

**22** Uma mesma luz monocromática passa do vácuo para o interior de uma substância, com diversos ângulos de incidência. Os senos do ângulo de incidência ( $i$ ) e do ângulo de refração ( $r$ ) são dados no gráfico seguinte:



Calcule o índice de refração absoluto dessa substância.



# Reflexão da Luz – Espelhos Esféricos

*The End*