

1. (Eear 2016) O vidro tem índice de refração absoluto igual a 1,5. Sendo a velocidade da luz no ar e no vácuo aproximadamente igual a $3 \cdot 10^8$ m/s, pode-se calcular que a velocidade da luz no vidro é igual a

- a) $2 \cdot 10^5$ m/s b) $2 \cdot 10^5$ km/s c) $4,5 \cdot 10^8$ m/s d) $4,5 \cdot 10^8$ km/s

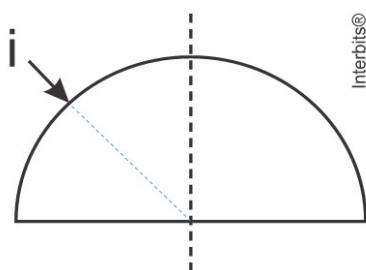
2. (Ufg 2013) Um feixe de luz branca é empregado para transmitir sinais de telecomunicação. Para isso, é instalada uma fibra óptica que possui índice de refração para o azul de 1,528 e para o vermelho de 1,513. Considerando-se os raios de luz azul e vermelho e que a distância entre duas cidades quaisquer é de 300 km, determine:

- a) o raio de luz que chega primeiro. Justifique;
 b) o atraso entre os raios ao percorrerem essa distância.

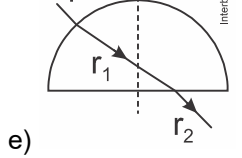
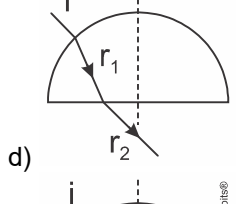
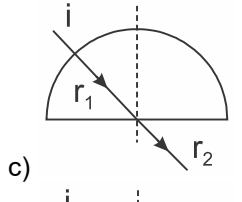
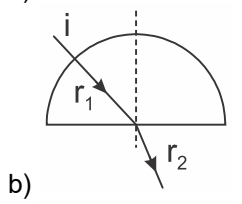
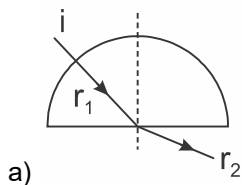
Dado:

$c = 3 \cdot 10^8$ m/s

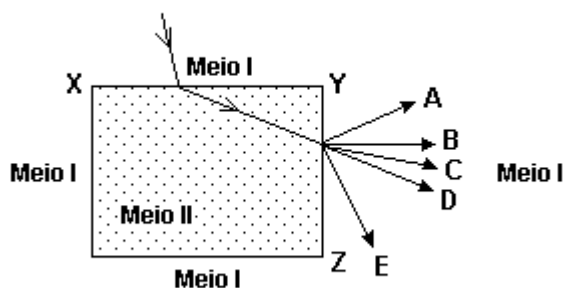
3. (Ufrgs 2015) Na figura abaixo, um raio luminoso i , propagando-se no ar, incide radialmente sobre placa semicircular de vidro.



Assinale a alternativa que melhor representa a trajetória dos raios r_1 e r_2 refratados, respectivamente, no vidro e no ar.



4. (Cesgranrio)

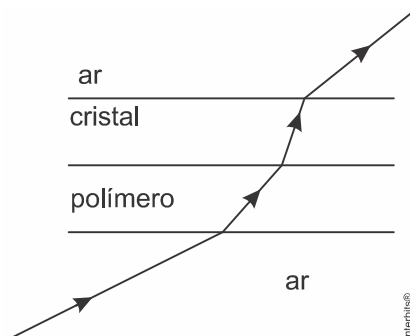


Na figura acima, um raio luminoso monocromático parte do Meio I, refrata-se ao penetrar no Meio II e refrata-se novamente ao retornar ao Meio I. O ângulo XYZ é reto.

A opção que melhor representa a trajetória do raio após a segunda refração é:

- a) A
- b) B
- c) C
- d) D
- e) E

5. (Fgv 2015) Em um laboratório de ótica, é realizada uma experiência de determinação dos índices de refração absolutos de diversos materiais. Dois blocos de mesmas dimensões e em forma de finos paralelepípedos são feitos de cristal e de certo polímero, ambos transparentes. Suas faces de maior área são, então, sobrepostas e um estreito feixe de luz monocromática incide vindo do ar e no ar emergindo após atravessar os dois blocos, como ilustra a figura.



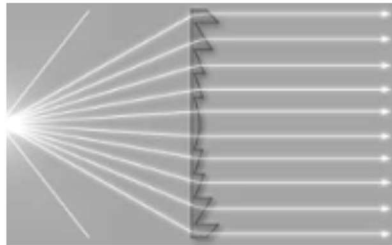
Chamando de n_{ar} , n_{po} e n_{cr} aos índices de refração absolutos do ar, do polímero e do cristal, respectivamente, a correta relação de ordem entre esses índices, de acordo com a figura, é:

- a) $n_{ar} > n_{po} > n_{cr}$.
- b) $n_{cr} > n_{po} > n_{ar}$.
- c) $n_{cr} > n_{ar} > n_{po}$.
- d) $n_{ar} > n_{cr} > n_{po}$.
- e) $n_{po} > n_{cr} > n_{ar}$.

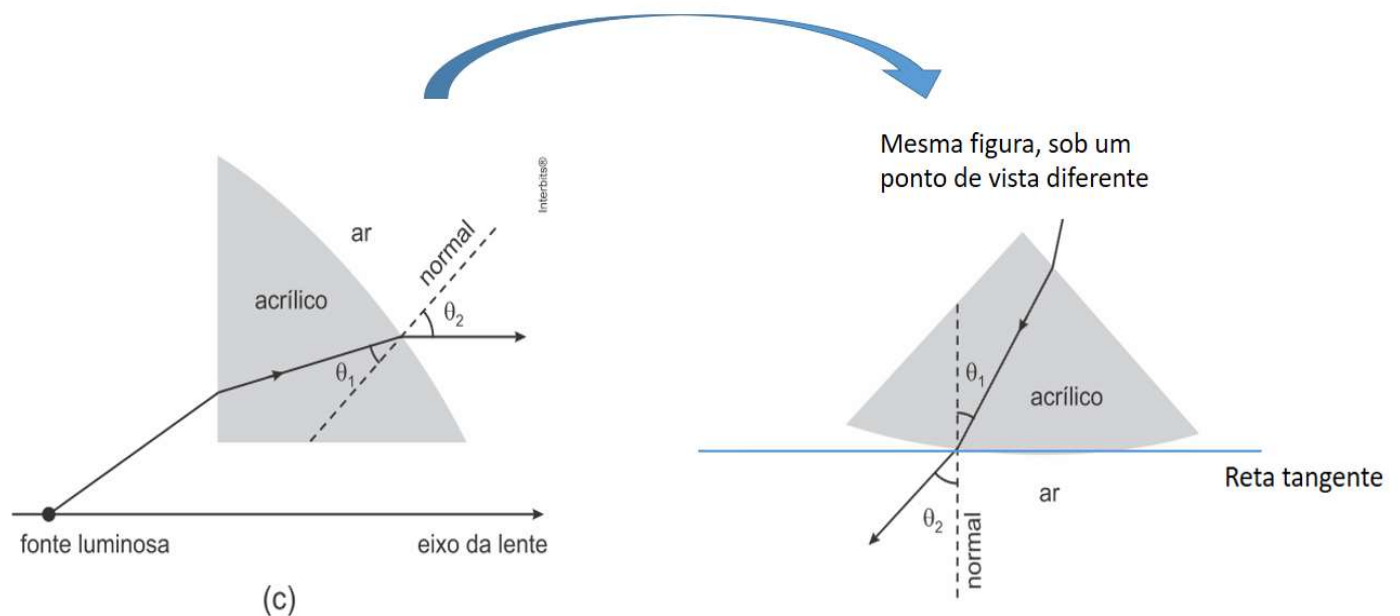
6. (Unicamp 2018 - Adaptada) Uma lente de Fresnel é composta por um conjunto de anéis concêntricos com uma das faces plana e a outra inclinada, como mostra a figura (a). Essas lentes, geralmente mais finas que as convencionais, são usadas principalmente para concentrar um feixe luminoso em determinado ponto, ou para colimar a luz de uma fonte luminosa, produzindo um feixe paralelo, como ilustra a figura (b). Exemplos desta última aplicação são os faróis de automóveis e os faróis costeiros. O diagrama da figura (c) mostra um raio luminoso que passa por um dos anéis de uma lente de Fresnel de acrílico e sai paralelamente ao seu eixo.



(a)

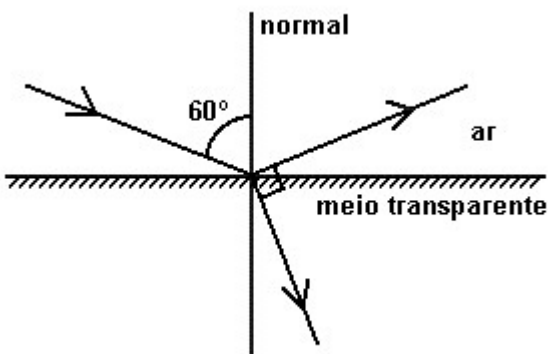


(b)



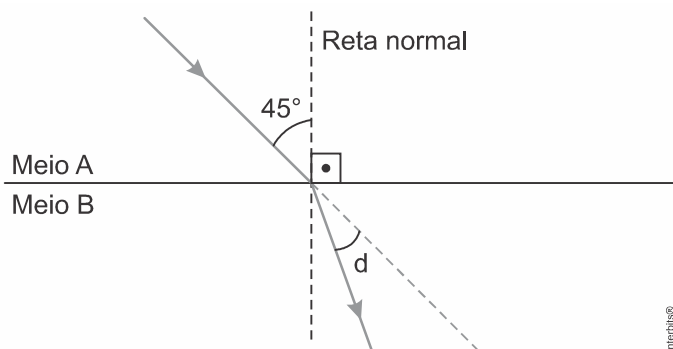
Sendo o índice de refração do acrílico igual a 1,5 e $\text{sen}(\theta_2) = 0,75$, calcule o valor do ângulo de incidência θ_1 .

7. (Ufrj) Um raio luminoso que se propaga no ar " $n(\text{ar}) = 1$ " incide obliquamente sobre um meio transparente de índice de refração n , fazendo um ângulo de 60° com a normal. Nessa situação, verifica-se que o raio refletido é perpendicular ao raio refratado, como ilustra a figura.



Calcule o índice de refração n do meio.

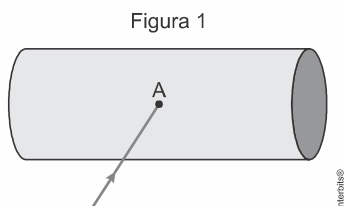
8. (Famema 2018) Um raio de luz monocromático propaga-se por um meio A, que apresenta índice de refração absoluto $n_A = 1$, e passa para outro meio B, de índice de refração $n_B = \sqrt{2}$, conforme figura.



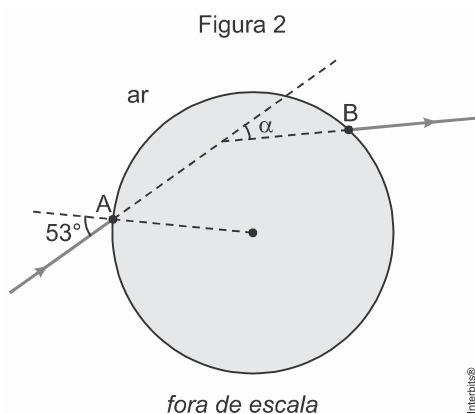
Considere que o raio incidente forma com a normal à superfície o ângulo de 45° . Nessas condições, o ângulo de desvio (d), indicado na figura, é igual a

- a) 60° .
- b) 30° .
- c) 45° .
- d) 15° .
- e) 90° .

9. (Unifesp 2017) Para demonstrar o fenômeno da refração luminosa, um professor faz incidir um feixe monocromático de luz no ponto A da superfície lateral de um cilindro reto constituído de um material homogêneo e transparente, de índice de refração absoluto igual a 1,6 (figura 1).



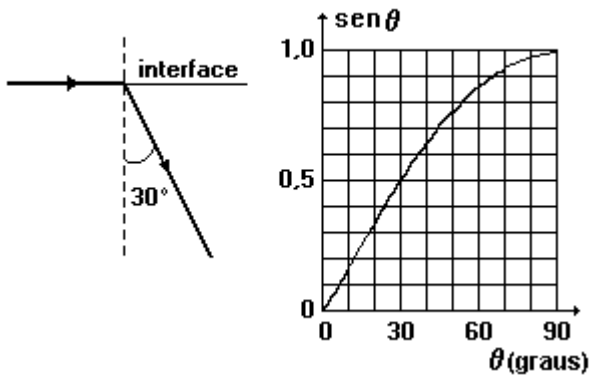
A figura 2 representa a secção transversal circular desse cilindro, que contém o plano de incidência do feixe de luz. Ao incidir no ponto A, o feixe atravessa o cilindro e emerge no ponto B, sofrendo um desvio angular α .



Sabendo que a velocidade da luz no vácuo é igual a 3×10^8 m/s, que o índice de refração absoluto do ar é igual a 1,0 e adotando $\text{sen}53^\circ = 0,8$, calcule:

- a) a velocidade escalar do feixe luminoso, em m/s, no interior do cilindro.
- b) o desvio angular α , em graus, sofrido pelo feixe luminoso ao atravessar o cilindro.

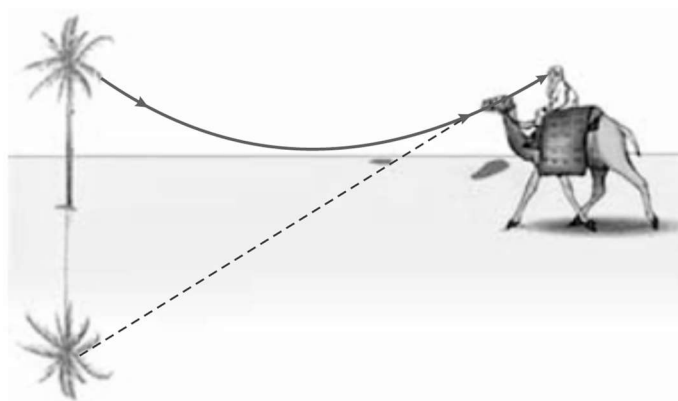
10. (Fuvest) Um raio rasante, de luz monocromática, passa de um meio transparente para outro, através de uma interface plana, e se retrata num ângulo de 30° com a normal, como mostra a figura adiante. Se o ângulo de incidência for reduzido para 30° com a normal, o raio refratado fará com a normal um ângulo de, aproximadamente:



- a) 90°
- b) 60°
- c) 30°
- d) 15°
- e) 10°

11. (Unesp 2019) Ao meio-dia, a areia de um deserto recebe grande quantidade de energia vinda do Sol. Aquecida, essa areia faz com que as camadas de ar mais próximas fiquem mais quentes do que as camadas de ar mais altas. Essa variação de temperatura altera o índice de refração do ar e contribui para a ocorrência de miragens no deserto, como esquematizado na figura 1.

Figura 1

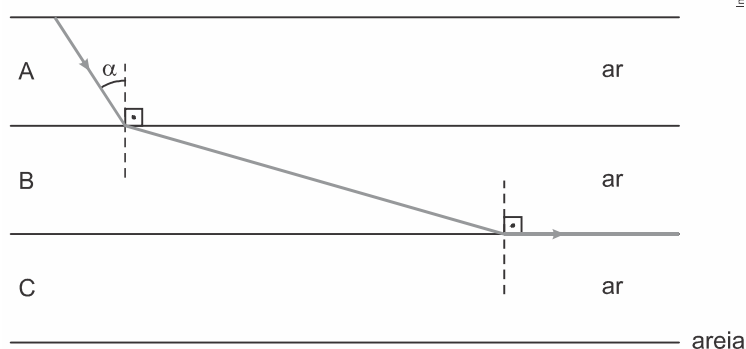


fora de escala

(www.phy.ntnu.edu.tw. Adaptado.)

Para explicar esse fenômeno, um professor apresenta a seus alunos o esquema da figura 2, que mostra um raio de luz monocromático partindo do topo de uma palmeira, dirigindo-se para a areia e sofrendo refração rasante na interface entre as camadas de ar B e C.

Figura 2

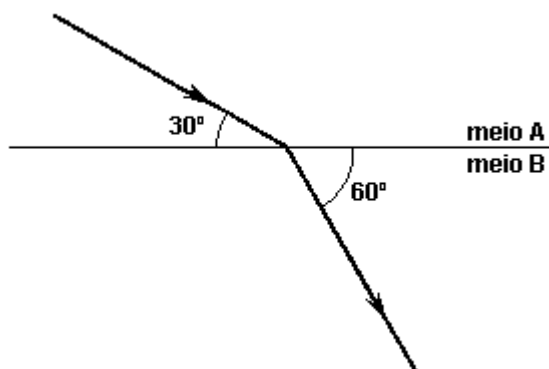


Interbilis®

Sabendo que nesse esquema as linhas que delimitam as camadas de ar são paralelas entre si, que n_A , n_B e n_C são os índices de refração das camadas A, B e C, e sendo α o ângulo de incidência do raio na camada B, o valor de $\sin \alpha$ é

- a) $\frac{n_C}{n_B}$
- b) $\frac{n_A}{n_B}$
- c) $\frac{n_B}{n_A}$
- d) $\frac{n_B}{n_C}$
- e) $\frac{n_C}{n_A}$

12. (Ufal) Um feixe de luz monocromática incide na superfície plana de separação entre dois meios transparentes e homogêneos A e B, como representa a figura.



Dados:

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$$

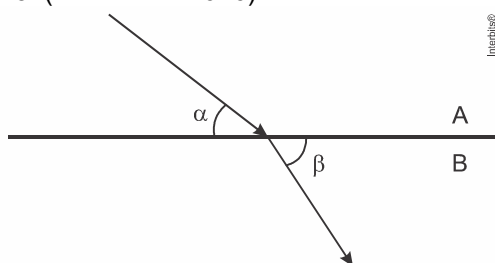
$$\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Velocidade da luz no vácuo = $3,0 \times 10^8$ m/s

Sabendo que o meio A é o vácuo, determine:

- o índice de refração absoluto do meio B;
- a velocidade de propagação da luz no meio B.

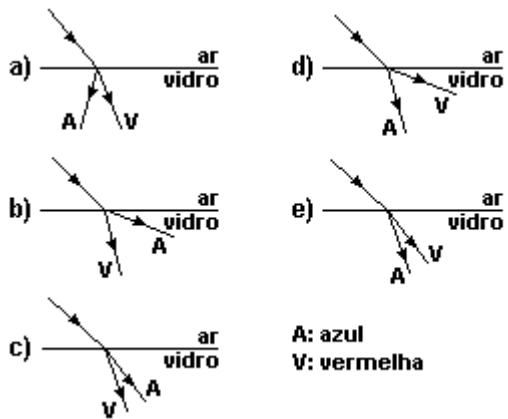
13. (Mackenzie 2016)



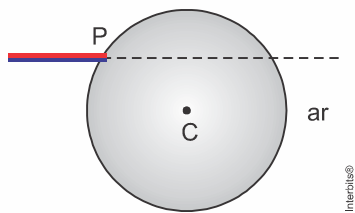
Considere dois meios refringentes A e B, separados por uma superfície plana, como mostra a figura acima. Uma luz monocromática propaga-se no meio A com velocidade v_A e refrata-se para o meio B, propagando-se com velocidade v_B . Sendo o índice de refração absoluto do meio A, n_A e do meio B, n_B e $\beta > \alpha$, pode-se afirmar que

- $n_A > n_B$ e $v_A > v_B$
- $n_A > n_B$ e $v_A < v_B$
- $n_A < n_B$ e $v_A < v_B$
- $n_A < n_B$ e $v_A > v_B$
- $n_A = n_B$ e $v_A = v_B$

14. (Unesp) Um feixe luminoso, constituído de luz azul e vermelha, propagando-se no ar, incide sobre uma superfície de vidro. Sabendo-se que o índice de refração do vidro para a luz azul é maior do que para a vermelha, a figura que melhor representa a refração da luz azul (A) e vermelha (V) é



15. (Famerp 2017) Dois raios de luz monocromáticos provenientes do ar, um azul e o outro vermelho, incidem no ponto P da superfície de uma esfera maciça de centro C, paralelos um ao outro, na direção da linha tracejada indicada na figura. A esfera é feita de vidro transparente e homogêneo.



Se o índice de refração absoluto do vidro é maior para a cor azul do que para a vermelha e se não houve reflexão total dentro da esfera, a figura que representa corretamente a trajetória desses raios desde a sua incidência no ponto P até a sua emergência da esfera está indicada em

- a)
- b)
- c)
- d)
- e)

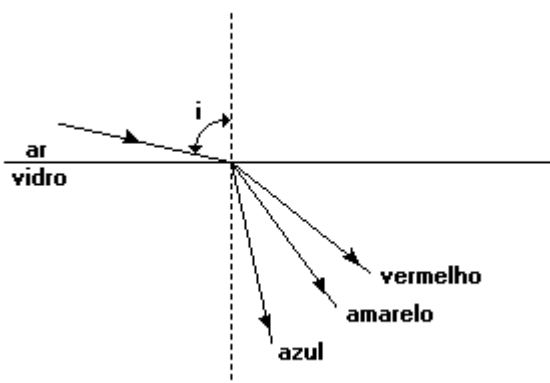
16. (Fei) Levando-se em conta o índice de refração e a velocidade de propagação no vidro, podemos afirmar que:

Obs.:

V_{ve} = velocidade da luz vermelha

V_{am} = velocidade da luz amarela

V_{az} = velocidade da luz azul



- a) $V_{ve} > V_{am} < V_{az}$
- b) $V_{ve} < V_{am} < V_{az}$
- c) $V_{ve} > V_{am} > V_{az}$
- d) $V_{ve} = V_{am} = V_{az}$
- e) $V_{ve} < V_{am} > V_{az}$

Gabarito:**Resposta da questão 1:**

[B]

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

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

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{1,5}$$

$$v = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

$$v = 2 \cdot 10^5 \text{ km/s}$$

Resposta da questão 2:

Dados: $n_{az} = 1,528$; $n_{vm} = 1,513$; $D = 300 \text{ km} = 3 \times 10^5 \text{ m}$; $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$.

a) O raio de luz que chega primeiro é o de maior velocidade.

Da definição de índice de refração absoluto:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n} \left\{ \begin{array}{l} v_{az} = \frac{c}{n_{az}} \\ v_{vm} = \frac{c}{n_{vm}} \end{array} \right\} \Rightarrow n_{vm} < n_{az} \Rightarrow v_{vm} > v_{az}.$$

$v_{vm} > v_{az} \Rightarrow$ O raio de luz vermelho chega primeiro.

b) O atraso é dado pela diferença dos tempos de percurso:

$$\Delta t = \Delta t_{az} - \Delta t_{vm} \Rightarrow \Delta t = \frac{D}{v_{az}} - \frac{D}{v_{vm}} \Rightarrow \Delta t = \frac{D}{\frac{c}{n_{az}}} - \frac{D}{\frac{c}{n_{vm}}} = \frac{D}{c} (n_{az} - n_{vm}) \Rightarrow$$

$$\Delta t = \frac{3 \times 10^5}{3 \times 10^8} (1,528 - 1,513) \Rightarrow \Delta t = 10^{-3} (0,015) = 10^{-3} \times 1,5 \times 10^{-2} \Rightarrow$$

$$\Delta t = 1,5 \times 10^{-5} \text{ s.}$$

Resposta da questão 3:

[A]

Ao incidir radialmente sobre uma superfície circular o raio não sofre desvio, independentemente do sentido de propagação. Ao sair para o ar, o raio está passando do meio mais refringente para o menor refringente, afastando-se da normal.

Resposta da questão 4:

[C]

Resposta da questão 5:

[B]

Utilizando a Lei de Snell, tem-se que:

$$n \cdot \sin(\theta) = \text{cte.}$$

Com isto, podemos analisar as refrações que acontecem na situação proposta.

[I] Refração na separação Ar-Polímero:

Se o feixe de luz aproxima-se da normal após a refração, o ângulo está diminuindo e conseqüentemente $\text{sen}(\theta)$ também diminui. Logo, podemos concluir que $n_{\text{po}} > n_{\text{ar}}$.

[II] Refração na separação polímero-cristal:

Como na situação anterior, a luz aproxima-se da normal após a refração. Logo, podemos concluir que $n_{\text{cr}} > n_{\text{po}}$.

Assim, nem existe a necessidade de analisar a terceira refração, pois temos o resultado de que $n_{\text{cr}} > n_{\text{po}} > n_{\text{ar}}$.

Resposta da questão 6:

30°

Resposta da questão 7:

$\sqrt{3}$

Resposta da questão 8:

[D]

Utilizando a Lei de Snell-Descartes: $n_A \cdot \text{sen } \theta_A = n_B \cdot \text{sen } \theta_B$

Onde:

$$n_A = 1$$

$$\theta_A = 45^\circ$$

$$n_B = \sqrt{2}$$

$$\theta_B = ?$$

$$\theta_B = 45^\circ - d \therefore d = 45^\circ - \theta_B$$

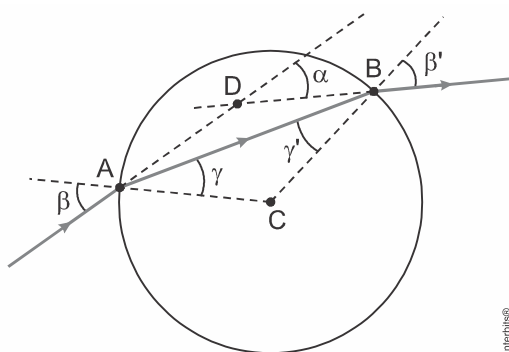
Substituindo, temos:

$$\text{sen } 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \text{sen } \theta_B \Rightarrow \text{sen } \theta_B = \frac{\sqrt{2}/2}{\sqrt{2}} \Rightarrow \text{sen } \theta_B = \frac{1}{2} \therefore \theta_B = 30^\circ$$

$$d = 45^\circ - \theta_B \Rightarrow d = 45^\circ - 30^\circ \therefore d = 15^\circ$$

Resposta da questão 9:

Considere a figura 2 do enunciado. Observe que foi acrescido à figura o segmento pontilhado \overline{BC} , sendo C o centro da seção circular.



Aplicando-se a Lei de Snell à refração pelo ponto A, tem-se que:

$$n_{\text{ar}} \text{sen } \beta = n_{\text{cil}} \text{sen } \gamma \quad (1)$$

Como o triângulo ABC é isósceles, pois $\overline{AC} = \overline{CB} = R$, sendo R o raio da seção transversal, conclui-se que:

$$\gamma = \gamma' \quad (2)$$

Aplicando-se a Lei de Snell para a refração através do ponto B, tem-se que:

$$n_{cil} \text{sen} \gamma' = n_{cil} \text{sen} \gamma = n_{ar} \text{sen} \beta' \quad (3)$$

Da equação (1) e da segunda igualdade da equação (3), conclui-se que:

$$n_{ar} \text{sen} \beta = n_{ar} \text{sen} \beta'$$

$$\beta = \beta' \quad (4)$$

Da figura 2, tem-se que:

$$\beta = \widehat{D\hat{A}C} \text{ e } \beta' = \widehat{D\hat{B}C} \quad (5)$$

Do triângulo ABD, conclui-se que:

$$\alpha = 180^\circ - \widehat{B\hat{D}A} = 180^\circ - (180^\circ - \widehat{D\hat{A}B} - \widehat{D\hat{B}A})$$

$$\alpha = \widehat{D\hat{A}B} + \widehat{D\hat{B}A}$$

$$\alpha = (\widehat{D\hat{A}C} - \gamma) + (\widehat{D\hat{B}C} - \gamma)$$

$$\alpha = (\beta - \gamma) + (\beta - \gamma)$$

$$\alpha = 2(\beta - \gamma) \quad (6)$$

a) Por definição: $n = \frac{c}{v}$, sendo n o índice de refração absoluto num determinado meio, c a velocidade de propagação da luz no vácuo, e v a velocidade de propagação da luz no meio. Conclui-se que

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3 \times 10^8}{1,6} \cong 1,9 \times 10^8 \text{ m/s}$$

b) Da figura 2 conclui-se que $\beta = 53^\circ$.

Aplicando-se a Lei de Snell no feixe luminoso que passa pelo ponto A, tem-se que:

$$n_{ar} \text{sen} \beta = n_{cil} \text{sen} \gamma$$

$$1 \text{ sen} 53^\circ = 1,6 \text{ sen} \gamma$$

$$\text{sen} \gamma = \frac{\text{sen} 53^\circ}{1,6} = \frac{0,8}{1,6} = \frac{1}{2}$$

$$\gamma = 30^\circ$$

Substituindo os valores de $\beta = 53^\circ$ e $\gamma = 30^\circ$ na equação (6), tem-se que:

$$\alpha = 2 \times (53 - 30) = 2 \times 23 = 46^\circ$$

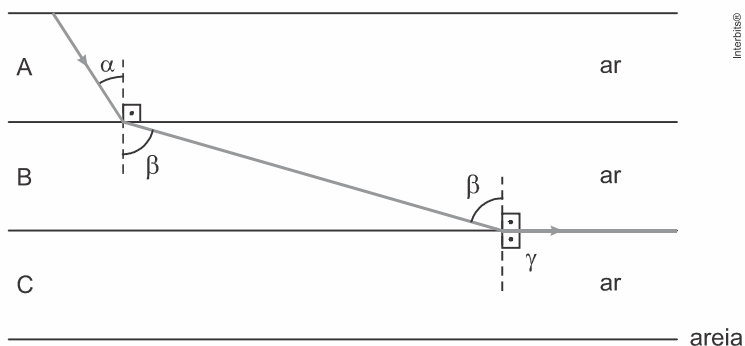
Resposta da questão 10:

[D]

Resposta da questão 11:

[E]

Os ângulos de refração estão dispostos no diagrama a seguir a partir da figura 2:



Usando a relação de Snell para as duas interfaces de ar:

Para a interface A/B :

$$n_A \cdot \text{sen } \alpha = n_B \cdot \text{sen } \beta$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{n_B}{n_A} \cdot \text{sen } \beta \quad (1)$$

Para a interface B/C :

$$n_B \cdot \text{sen } \beta = n_C \cdot \text{sen } \gamma$$

$$\text{sen } \beta = \frac{n_C}{n_B} \cdot \text{sen } \gamma$$

Mas, $\text{sen } \gamma = \text{sen } 90^\circ = 1$

$$\text{sen } \beta = \frac{n_C}{n_B} \quad (2)$$

Substituindo a equação (2) na equação (1), temos:

$$\text{sen } \alpha = \frac{\cancel{n_B}}{n_A} \cdot \frac{n_C}{\cancel{n_B}} \therefore$$

$$\text{sen } \alpha = \frac{n_C}{n_A}$$

Resposta da questão 12:

- a) 1,73
- b) $1,73 \times 10^8$ m/s

Resposta da questão 13:

[D]

Nota-se que o raio refratado aproxima-se da normal ($\beta > \alpha$), sendo o meio B mais refringente que A, logo a relação entre os índices de refração é:

$$n_B > n_A$$

A velocidade de propagação da luz é mais lenta no meio mais refringente, portanto:

$$v_B < v_A$$

Resposta da questão 14:

[E]

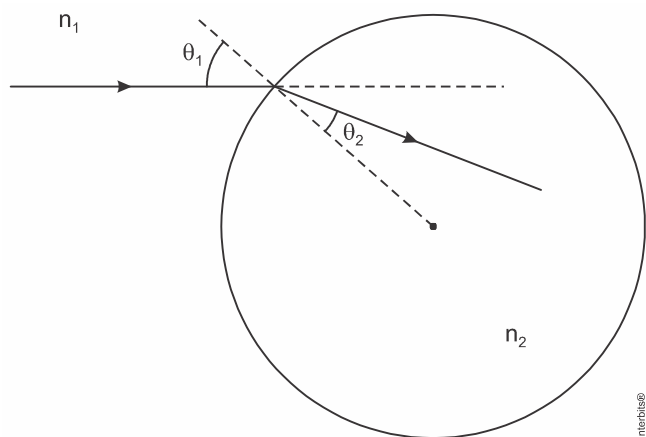
Resposta da questão 15:

[B]

Para um raio de luz genérico passando de um meio menos para um meio mais refringente (como é o caso deste exercício), ele deve se aproximar da normal, pois, pela Lei de Snell:

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

$$n_1 < n_2 \Rightarrow \sin \theta_1 > \sin \theta_2 \Rightarrow \theta_1 > \theta_2$$



Como $n_{\text{azul}} > n_{\text{vermelho}}$, devemos ter a configuração do item [B].

Resposta da questão 16:

[C]