

1. (Fatec 2019) Um professor do curso de Materiais da Fatec apresentou aos alunos a seguinte citação:

“As fibras ópticas podem ser usadas para guiar a luz ao longo de um determinado caminho. A ideia é fazer um raio de luz percorrer uma fibra transparente, ricocheteando entre as suas paredes. Desde que o ângulo de incidência do raio na parede da fibra seja sempre maior que o ângulo crítico, o raio permanecerá sempre dentro dela mesmo que ela esteja curva”.

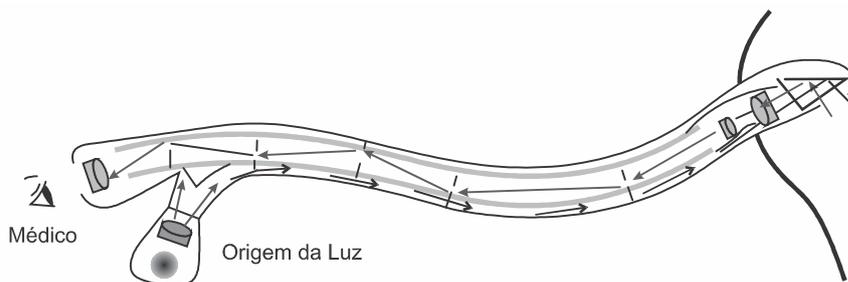
KIRK, Tim. Physics for the IB Diploma. Oxford University Press, 2003. Livre tradução.

Em seguida, pediu para que os alunos respondessem, de maneira assertiva, à qual conceito físico a citação se refere.

A resposta correta esperada pelo professor é

- a) difração.
- b) polarização.
- c) ângulo limite.
- d) espalhamento.
- e) dispersão luminosa.

2. (Acafe 2017) O uso de fibras ópticas em aplicações médicas tem evoluído bastante desde as aplicações pioneiras do *Fiberscope*, onde um feixe de fibras de vidro servia basicamente para iluminar e observar órgão no interior do corpo humano. Hoje em dia, tem-se uma variedade de aplicações de sistemas sensores com fibras ópticas em diagnóstico e cirurgia.



Assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas das frases a seguir.

O princípio é que quando lançado um feixe de luz numa extremidade da fibra e, pelas características ópticas do meio (fibra), esse feixe percorre a fibra por meio de \_\_\_\_\_ sucessivas. A fibra possui no mínimo duas camadas: o núcleo (filamento de vidro) e o revestimento (material eletricamente isolante). No núcleo, ocorre a transmissão da luz propriamente dita. A transmissão da luz dentro da fibra é possível graças a uma diferença de índice de \_\_\_\_\_ entre o revestimento e o núcleo, sendo que o núcleo possui sempre um índice de refração mais elevado, característica que, aliada ao ângulo de \_\_\_\_\_ do feixe de luz, possibilita o fenômeno da \_\_\_\_\_ total.

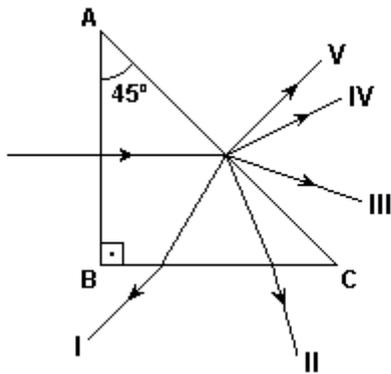
- a) refrações – refração – incidência – reflexão
- b) reflexões – refração – incidência – reflexão
- c) reflexões – incidência – refração – refração
- d) interferências – refração – incidência – reflexão

3. (Cefet MG 2014) No vácuo, um determinado meio material isotrópico e transparente com índice de refração absoluto igual a 2 apresentará a condição de reflexão total para um raio de luz com ângulo limite de incidência igual a \_\_\_\_\_, propagando-se do \_\_\_\_\_ para o \_\_\_\_\_.

Os termos que preenchem, corretamente, as lacunas são

- a)  $30^\circ$ , material, vácuo.
- b)  $30^\circ$ , vácuo, material.
- c)  $60^\circ$ , material, vácuo.
- d)  $60^\circ$ , vácuo, material.
- e)  $90^\circ$ , vácuo, material.

4. (Unesp) Um prisma de vidro imerso em água, com a face AB perpendicular à face BC, e a face AC com uma inclinação de  $45^\circ$  em relação a AB, é utilizado para desviar um feixe de luz monocromático. O feixe penetra perpendicularmente à face AB, incidindo na face AC com ângulo de incidência de  $45^\circ$ . O ângulo limite para a ocorrência de reflexão total na face AC é  $60^\circ$ .

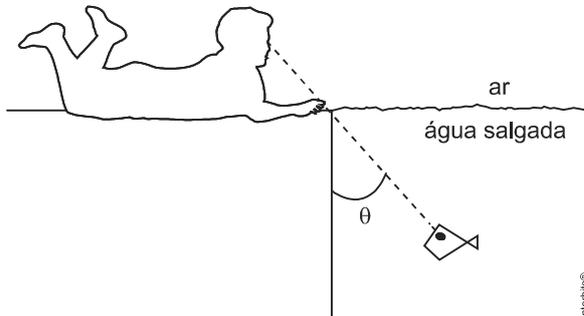


Considerando que o índice de refração do vidro é maior que o da água, a trajetória que melhor representa o raio emergente é

- a) I.
- b) IV.
- c) II.
- d) V.
- e) III.

5. (Pucrj 2015) Um rapaz está deitado rente à margem de um lago salgado. Um peixe se encontra submerso logo à frente do rapaz, mas este não o consegue ver devido ao fenômeno de reflexão total.

Sendo  $\theta$  o ângulo indicado na figura, qual das respostas abaixo corresponde a um valor possível de  $\sin \theta$ ?

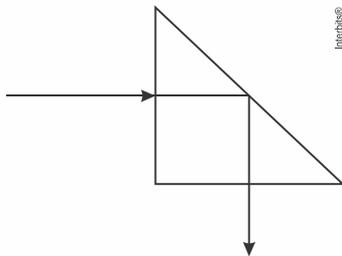


Considere:  $n_{\text{água}} = 1,5$

$n_{\text{ar}} = 1,0$

- a)  $1/3$
- b)  $4/5$
- c)  $1/2$
- d)  $3/5$
- e)  $2/5$

6. (Ufpa 2016) Um prisma de vidro está no ar e é feito de um material cujo índice de refração é  $n > 1$ . A forma de sua seção transversal é a de um triângulo retângulo isósceles, conforme a figura abaixo. Observa-se nele, que um feixe de luz incide perpendicularmente a face de entrada e, após refletir na segunda face inclinada, emerge perpendicularmente na terceira face do prisma, como mostrado pelas setas.

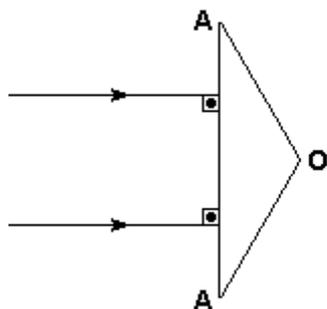


Qual deve ser o menor valor do índice de refração  $n$  para ocorrer a situação descrita e o feixe não sair pela segunda face?

Dado: o índice de refração do ar é igual a 1.

- a) 1,3
- b)  $\sqrt{2}$
- c)  $\sqrt{3}$
- d) 1,8
- e) 1,2

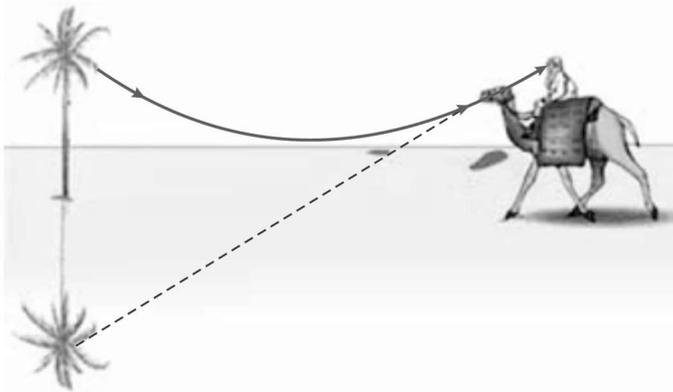
7. (Ufscar) O prisma da figura está colocado no ar e o material de que é feito tem um índice de refração igual a  $\sqrt{2}$ . Os ângulos A são iguais a  $30^\circ$ . Considere dois raios de luz incidentes perpendiculares à face maior.



- Calcule o ângulo com que os raios emergem do prisma.
- Qual deve ser o índice de refração do material do prisma para que haja reflexão total nas faces OA?

8. (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

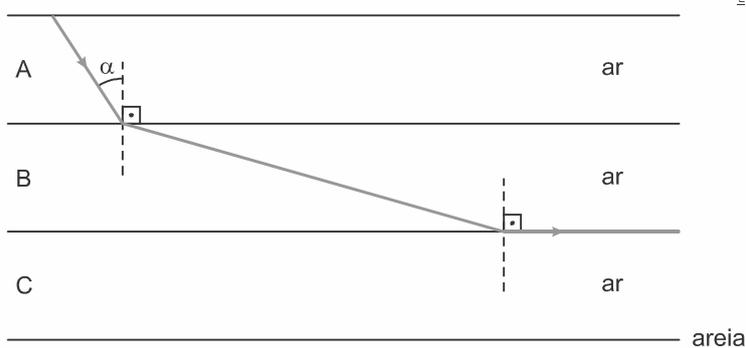


fora de escala

(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.

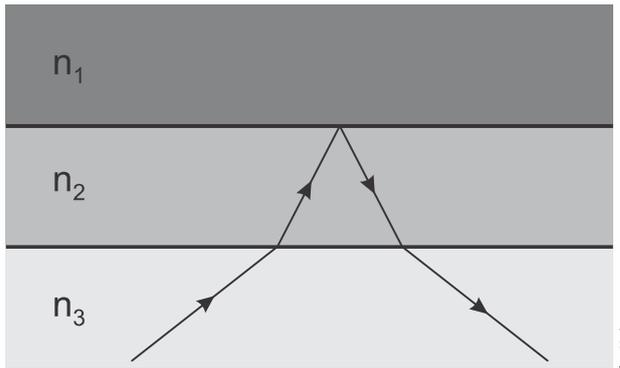
Figura 2



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  $\alpha$  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)  $\frac{n_C}{n_A}$

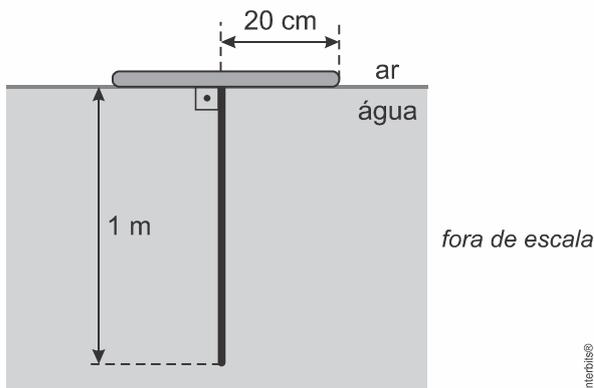
9. (Ime 2019)



A figura acima mostra três meios transparentes, de índices de refração  $n_1$ ,  $n_2$  e  $n_3$ , e o percurso de um raio luminoso. Observando a figura, é possível concluir que:

- a)  $n_2 < n_3 < n_1$
- b)  $n_1 < n_2 < n_3$
- c)  $n_3 < n_1 < n_2$
- d)  $n_1 < n_3 < n_2$
- e)  $n_2 < n_1 < n_3$

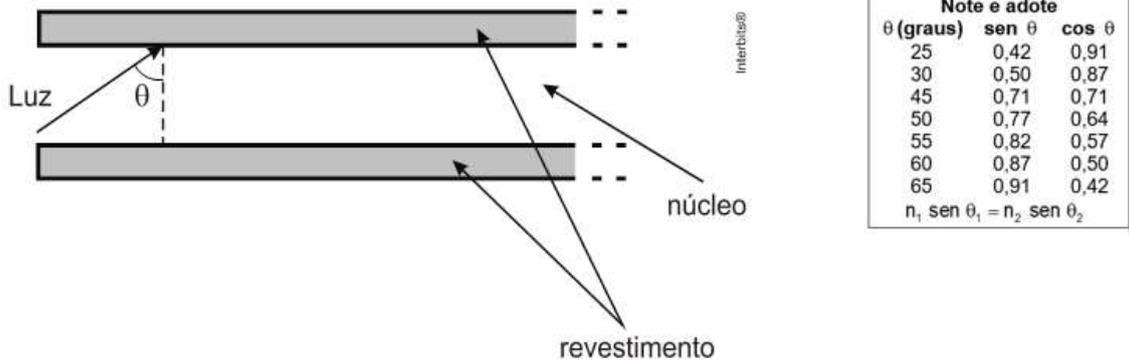
10. (Unesp 2017) Dentro de uma piscina, um tubo retilíneo luminescente, com 1 m de comprimento, pende, verticalmente, a partir do centro de uma boia circular opaca, de 20 cm de raio. A boia flutua, em equilíbrio, na superfície da água da piscina, como representa a figura.



Sabendo que o índice de refração absoluto do ar é 1,00 e que o índice de refração absoluto da água da piscina é 1,25, a parte visível desse tubo, para as pessoas que estiverem fora da piscina, terá comprimento máximo igual a

- a) 45 cm.
- b) 85 cm.
- c) 15 cm.
- d) 35 cm.
- e) 65 cm.

11. (Fuvest 2012) - Uma fibra ótica é um guia de luz, flexível e transparente, cilíndrico, feito de sílica ou polímero, de diâmetro não muito maior que o de um fio de cabelo, usado para transmitir sinais luminosos a grandes distâncias, com baixas perdas de intensidade. A fibra ótica é constituída de um núcleo, por onde a luz se propaga e de um revestimento, como esquematizado na figura acima (corte longitudinal). Sendo o índice de refração do núcleo 1,60 e o do revestimento, 1,45, o menor valor do ângulo de incidência do feixe luminoso, para que toda a luz incidente permaneça no núcleo, é, aproximadamente,



- a) 45°.
- b) 50°.
- c) 55°.
- d) 60°.
- e) 65°.

**Gabarito:****Resposta da questão 1:**

[C]

O ângulo crítico é chamado de ângulo limite e o fenômeno em que o raio de luz fica ricocheteando dentro do cabo de fibra óptica é chamado de reflexão total.

**Resposta da questão 2:**

[B]

O feixe de luz percorre a fibra por meio de reflexões sucessivas, sendo possível por causa da diferença entre os índices de refração do revestimento e do núcleo. E devido ao ângulo de incidência dos feixes de luz, é possível a ocorrência do fenômeno da reflexão total.

**Resposta da questão 3:**

[A]

Calculando o ângulo limite (**L**):

$$\text{sen } L = \frac{n_{\text{vácuo}}}{n_{\text{mat}}} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 30^\circ.$$

A reflexão total somente ocorre quando o sentido de propagação da luz é do meio mais para o menos refringente, ou seja, do **material** para o **vácuo**.

**Resposta da questão 4:**

[E]

**Resposta da questão 5:**

[B]

Para ocorrer a reflexão total, de acordo com a Lei de Snell, o valor do seno do ângulo  $\theta$  deve ser maior ou igual a razão entre os índices de refração do meio menos refringente para o meio mais refringente.

Tomando o meio (1) como sendo a água e o meio (2) o ar, temos:

$$n_1 \cdot \text{sen} \theta \geq n_2 \cdot \text{sen } r$$

Como  $\text{sen } r = 90^\circ = 1$

$$\text{sen} \theta \geq \frac{n_2}{n_1}$$

$$\text{sen} \theta \geq \frac{1,0}{1,5}$$

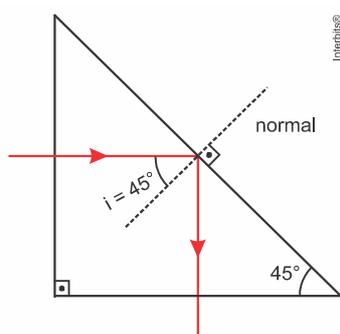
$$\text{sen} \theta \geq \frac{2}{3}$$

Com isso, a única resposta possível é 4/5.

**Resposta da questão 6:**

[B]

A figura mostra os ângulos relevantes para a resolução.

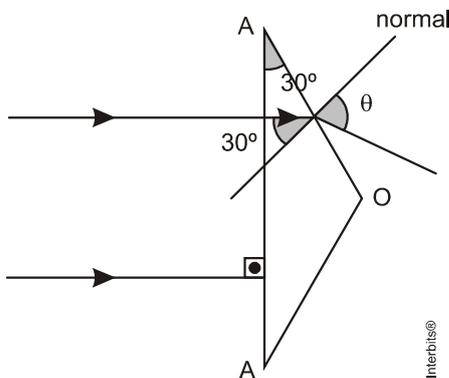


Está ocorrendo o fenômeno da reflexão, que se dá quando a onda, no caso, luminosa, se propaga no sentido do meio mais refringente (prisma) para o menos refringente (ar), incidindo na interface dos dois meios com ângulo maior que o ângulo limite.

$$i > L \Rightarrow \text{sen } i > \text{sen } L \Rightarrow \text{sen } 45^\circ > \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} \Rightarrow \frac{\sqrt{2}}{2} > \frac{1}{n} \Rightarrow \boxed{n > \sqrt{2}.}$$

**Resposta da questão 7:**

a) A figura mostra o trajeto seguido pelo raio luminoso.



Aplicando-se Snell na passagem do material para o ar, vem:

$$n \cdot \text{sen} 30^\circ = n_{\text{ar}} \cdot \text{sen } \theta \rightarrow \sqrt{2} \times 0,5 = 1 \text{sen } \theta \rightarrow \text{sen } \theta = \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow \theta = 45^\circ$$

b) Determinação do ângulo limite

$$n \cdot \text{sen} 30^\circ = n_{\text{ar}} \cdot \text{sen } \theta \rightarrow n \times 0,5 = 1 \cdot \text{sen } \theta \rightarrow \text{sen } \theta = \frac{n}{2}$$

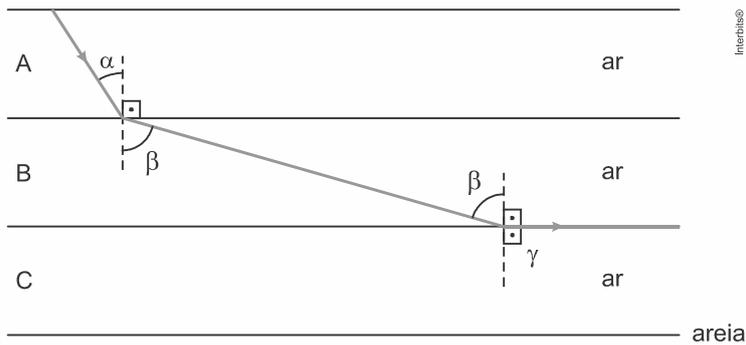
Para não haver raio emergente a equação acima não pode ter solução. Portanto:

$$\text{sen } \theta = \frac{n}{2} > 1 \rightarrow n > 2$$

**Resposta da questão 8:**

[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:

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

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

**Resposta da questão 9:**

[D]

Observando a figura, temos que:

Do meio 3 para o 2, o raio se aproxima da normal, logo:  $n_2 > n_3$ .

Do meio 2 para o 1, o raio sofre reflexão total, logo:  $n_2 > n_1$ .

Aplicando a lei de Snell do meio 3 para o 1, vem:

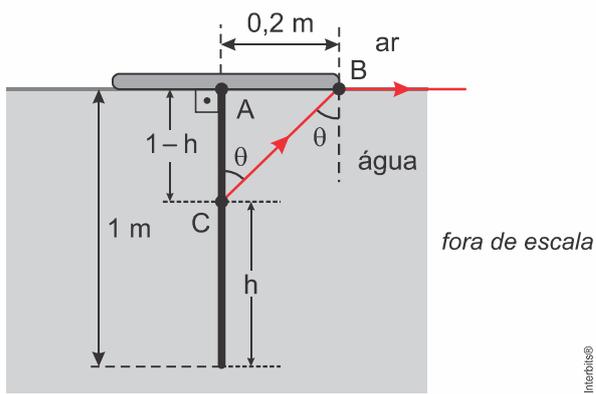
$$n_3 \text{sen } \theta_3 = n_1 \text{sen } 90^\circ \Rightarrow \text{sen } \theta_3 = \frac{n_1}{n_3} < 1 \Rightarrow n_1 < n_3.$$

Sendo assim:  $n_1 < n_3 < n_2$ .

**Resposta da questão 10:**

[B]

Na figura, o ângulo  $\theta$  é o ângulo limite e  $h$  é o comprimento máximo da parte visível da haste.



Aplicando a lei de Snell:

$$n_{\text{água}} \sin \theta = n_{\text{ar}} \sin 90^\circ \Rightarrow 1,25 \sin \theta = 1 \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{1,25} \Rightarrow \sin \theta = 0,8.$$

Pela relação fundamental da trigonometria:  $\cos \theta = 0,6$ .

No triângulo retângulo ABC, tem-se:

$$\operatorname{tg} \theta = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow \frac{\sin \theta}{\cos \theta} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow \frac{0,8}{0,6} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow \frac{4}{3} = \frac{0,2}{1-h} \Rightarrow 0,6 = 4 - 4h \Rightarrow h = \frac{3,4}{4} \Rightarrow$$

$$h = 0,85 \text{ m} \Rightarrow \boxed{h = 85 \text{ cm.}}$$

**Resposta da questão 11:**

[B]