

# GABARITO FÍSICA

Goiânia, 14/10/2011

Professor: JOÃO MACÊDO

UNIDADE: ENSINO MÉDIO

Aluno(a): \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_ Série: **CURSO**



LISTA 10/02

2º SEMESTRE

## Resposta da questão 1:

(01 + 02) = 03.

04) **Resposta de Biologia.** As proteínas são macromoléculas que contém átomos de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N) em sua estrutura. Moléculas com fórmula geral  $(CH_2O)_n$  são monossacarídeos como a glicose, frutose etc.

16) **Resposta de Física. Incorreto.** O gabarito oficial da UFBA dá **correta** essa proposição. Ela afirma que é possível **visualizar** o vírus com o auxílio de radiação ultravioleta. Subentende-se que o vírus seja visto por visão direta, sem auxílio de nenhum artefato óptico. Ora, isso é impossível, pois o olho humano não é sensível a esse tipo de radiação. É provável que os autores da questão tenham se esquecido desse detalhe e pensado apenas no fenômeno da difração que é favorecido quando o comprimento de onda da radiação tem a mesma ordem de grandeza do obstáculo, no caso, ambos de dimensão  $10^{-7}$  m. Senão, vejamos:

$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{15}} \Rightarrow \lambda = 10^{-7} \text{ m.}$$

32) **Resposta de Biologia.** Os adenovírus são uma modalidade de vírus que contém como material genético DNA de cadeia dupla e replicado pelas polimerases da célula hospedeira. A enzima transcriptase reversa está envolvida na replicação e expressão dos retrovírus como, por exemplo, o HIV (vírus da imunodeficiência) humana, causador da AIDS.

## Resposta da questão 2:

02 + 08 + 16 = 28.

01) Errado. A experiência mostra que, em cada meio material, a velocidade diminui com a frequência, isto é, quanto "maior" a frequência, "menor" a velocidade.

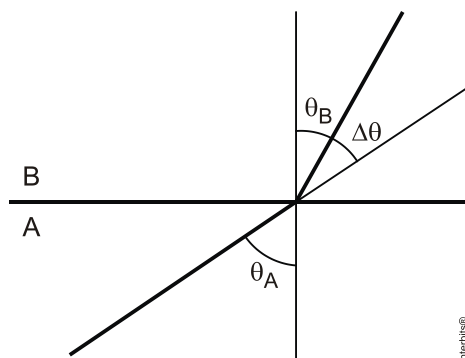
Portanto como  $n = \frac{c}{v}$ , concluímos que o índice de refração aumenta com a frequência. Quanto "maior" a frequência, "maior" o índice de refração.

$$f_{\text{vermelho}} < f_{\text{violeta}} \rightarrow v_{\text{vermelho}} > v_{\text{violeta}} \rightarrow n_{\text{vermelho}} < n_{\text{violeta}}$$

02) Correto. Segundo Snell:  $n_A \cdot \text{sen} \theta_A = n_B \cdot \text{sen} \theta_B$

Considere duas componentes da luz com frequências diferentes e, portanto velocidades diferentes. Se

$$v_{B1} > v_{B2} \rightarrow n_{B1} < n_{B2} \rightarrow \text{sen} \theta_{B1} > \text{sen} \theta_{B2} \rightarrow \theta_{B1} > \theta_{B2}$$



Observe na figura que o desvio é:  $\Delta \theta = \theta_A - \theta_B$ .

Se  $\theta_{B1} > \theta_{B2}$ , então:  $\Delta \theta_1 < \Delta \theta_2$

04) Errado. Se a luz é monocromática só há uma frequência e, portanto não haverá dispersão.

08) Correto.  $n_A \cdot \text{sen}\theta_A = n_B \cdot \text{sen}\theta_B$ .

16) Correto. Se  $n$  é maior  $\theta_R$  é menor e o desvio  $\Delta\theta = \theta_i - \theta_R$  será maior.

**Resposta da questão 3:**

$01 + 08 + 16 = 25$

01) **Correta.** Quando a incidência é oblíqua, para dois raios de diferentes frequências, com mesmo ângulo de incidência, o desvio é maior para o de maior frequência. Assim, numa incidência oblíqua, um raio de luz violeta sofre maior desvio que um raio de luz vermelha.

02) **Incorreta.** Um raio luminoso refratado aproxima-se da normal quando passa do meio menos refringente para o mais refringente.

04) **Incorreta.** A refração sempre ocorre com uma parcela de reflexão. Quanto maior o ângulo de incidência, maior a parcela refletida.

08) O gabarito oficial deu como **correta**, mas a afirmativa é de elevada dificuldade de interpretação. Ela expressa que, ao **incidir na superfície de separação o raio de luz tem propagação tem propagação retilínea**. É sem sentido afirmar que a luz propaga-se em linha reta no **ponto** incidência. Por outro lado, a propagação é retilínea se o meio é transparente e **homogêneo**, o que não aparece nessa afirmativa.

16) **Correta.** Define-se refração como a passagem de luz de um meio para outro opticamente diferente, ou seja, com diferente índice de refração. Se os meios têm as mesmas propriedades físicas, ocorre o que se chama **Continuidade Óptica**, não se constituindo em refração.

**Resposta da questão 4:**

FFFVF

Quando um raio luminoso passa de um meio mais refringente para um meio menos ele afasta-se da normal. Obviamente se a passagem for de um meio menos para um meio mais refringente ele aproxima-se da normal. A única opção que se encaixa no que foi descrito é a situação D.

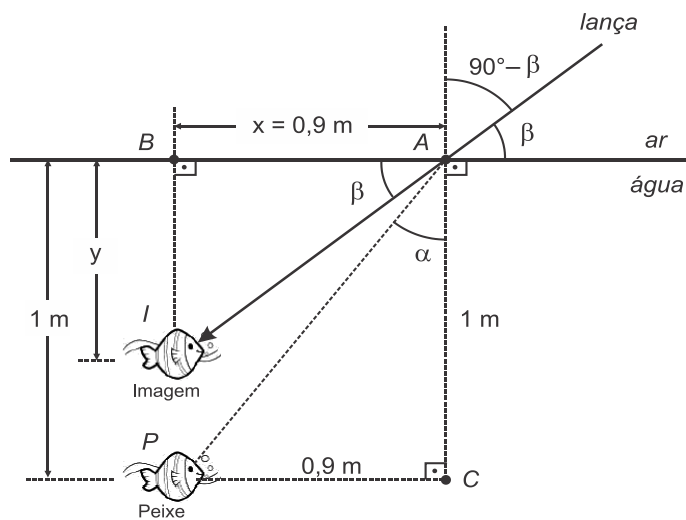
**Resposta da questão 5:**

Dados:  $n_{ar} = 1$ ;  $n_{água} = 1,3$ ;

Na figura a seguir:

$\alpha \rightarrow$  ângulo de incidência.

$(90^\circ - \beta) \rightarrow$  ângulo de refração.



a) Da figura acima, no triângulo APC:

$$\text{tg}\alpha = \frac{0,9}{1} = 0,9 .$$

Da tabela dada,  $\theta = 42^\circ$ .

b) Aplicando a lei de Snell:

$$n_{\text{água}} \operatorname{sen} \alpha = n_{\text{ar}} \operatorname{sen}(90^\circ - \beta) \Rightarrow (1,3) (0,67) = (1) \operatorname{sen}(90^\circ - \beta) \Rightarrow \operatorname{sen}(90^\circ - \beta) = 0,87.$$

Recorrendo novamente à tabela dada:

$$90^\circ - \beta = 60^\circ \Rightarrow \beta = 30^\circ.$$

c) Da figura acima, no triângulo *ABI*:

$$\operatorname{tg} \beta = \frac{y}{x} \Rightarrow \operatorname{tg} 30^\circ = \frac{y}{0,9} \Rightarrow y = 0,9 (0,58) \Rightarrow y = 0,52 \text{ m.}$$

**Resposta da questão 6:**

[D]

Lei de Snell:  $n_1 \cdot \operatorname{sen} \theta_i = n_2 \cdot \operatorname{sen} \theta_r$

$$2,4 \cdot \operatorname{sen} 30^\circ = n_2 \cdot \operatorname{sen} 45^\circ \rightarrow 2,4 \times 0,5 = n_2 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} \rightarrow n_2 \cong 1,70$$

**Resposta da questão 7:**

$$(01 + 02) = 03.$$

04) **Resposta de Biologia.** As proteínas são macromoléculas que contém átomos de carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O) e nitrogênio (N) em sua estrutura. Moléculas com fórmula geral  $(\text{CH}_2\text{O})_n$  são monossacarídeos como a glicose, frutose etc.

16) **Resposta de Física. Incorreto.** O gabarito oficial da UFBA dá **correta** essa proposição. Ela afirma que é possível **visualizar** o vírus com o auxílio de radiação ultravioleta. Subentende-se que o vírus seja visto por visão direta, sem auxílio de nenhum artefato óptico. Ora, isso é impossível, pois o olho humano não é sensível a esse tipo de radiação. É provável que os autores da questão tenham se esquecido desse detalhe e pensado apenas no fenômeno da difração que é favorecido quando o comprimento de onda da radiação tem a mesma ordem de grandeza do obstáculo, no caso, ambos de dimensão  $10^{-7} \text{ m}$ . Senão, vejamos:

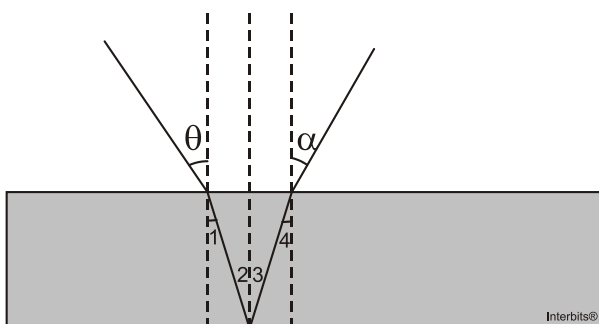
$$v = \lambda f \Rightarrow \lambda = \frac{v}{f} = \frac{3 \times 10^8}{3 \times 10^{15}} \Rightarrow \lambda = 10^{-7} \text{ m.}$$

32) **Resposta de Biologia.** Os adenovírus são uma modalidade de vírus que contém como material genético DNA de cadeia dupla e replicado pelas polimerases da célula hospedeira. A enzima transcriptase reversa está envolvida na replicação e expressão dos retrovírus como, por exemplo, o HIV (vírus da imunodeficiência) humana, causador da AIDS.

**Resposta da questão 8:**

[B]

Observe o trajeto feito pelo raio luminoso:



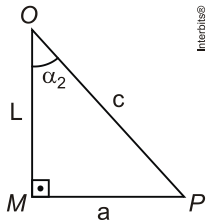
O ângulos 1 e 2 são iguais (alternos internos). Os ângulos 2 e 3 são iguais (reflexão). Os ângulos 3 e 4 são iguais (alternos internos). Portanto:

$$\hat{1} = \hat{2} = \hat{3} = \hat{4}$$

$$\left. \begin{aligned} n_A \cdot \text{sen} \theta &= n_V \cdot \text{sen} \hat{1} \\ n_A \cdot \text{sen} \alpha &= n_V \cdot \text{sen} \hat{4} \end{aligned} \right\} \rightarrow \theta = \alpha, \text{ pois } \hat{1} = \hat{4}$$

**Resposta da questão 9:**

a)



Aplicando Pitágoras no triângulo  $OMP$ , destacado da figura dada.

$$c^2 = a^2 + L^2 \Rightarrow c = \sqrt{a^2 + L^2}.$$

Nessa mesma figura:

$$\text{sen} \alpha_2 = \frac{a}{c} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + L^2}}.$$

Aplicando a lei de Snell:

$$n_1 \text{sen} \alpha_1 = n_2 \text{sen} \alpha_2 \Rightarrow n_1 \text{sen} \alpha_1 = n_2 \frac{a}{\sqrt{a^2 + L^2}}.$$

Elevando ao quadrado ambos os membros:

$$n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1 = n_2^2 \frac{a^2}{a^2 + L^2} \Rightarrow n_2^2 a^2 = n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1 a^2 + n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1 L^2 \Rightarrow$$

$$(n_2^2 - n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1) a^2 = n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1 L^2 \Rightarrow$$

$$a = \frac{n_1 \text{sen} \alpha_1 L}{\sqrt{n_2^2 - n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1}} = \frac{n_1 \text{sen} \alpha_1 L}{\sqrt{n_2^2 \left(1 - \frac{n_1^2 \text{sen}^2 \alpha_1}{n_2^2}\right)}} = \frac{n_1 \text{sen} \alpha_1 L}{n_2 \sqrt{1 - \left(\frac{n_1 \text{sen} \alpha_1}{n_2}\right)^2}} \Rightarrow$$

$$a = \frac{n_1}{n_2} \frac{\text{sen} \alpha_1 L}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \text{sen} \alpha_1\right)^2}}.$$

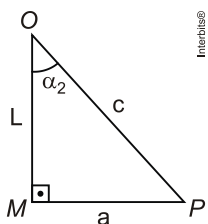


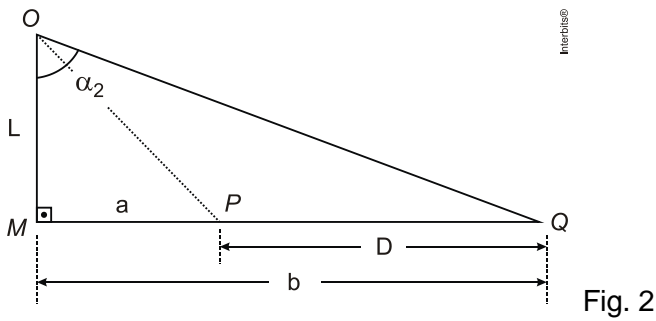
Fig. 1

Aplicando Pitágoras no triângulo  $OMP$  da Fig. 1, destacado da figura dada.

$$c^2 = a^2 + L^2 \Rightarrow c = \sqrt{a^2 + L^2}.$$

Nessa mesma figura:

$$\text{sen} \alpha_2 = \frac{a}{c} = \frac{a}{\sqrt{a^2 + L^2}}$$



No triângulo OMQ da Fig. 2, também destacado da figura dada:

$$\tan \alpha_1 = \frac{b}{L} \Rightarrow b = L \tan \alpha_1.$$

b) Dados:  $n_1 = 1$ ,  $n_2 = \sqrt{3}$ ,  $\alpha_1 = 60^\circ$ ,  $L = 2\sqrt{3}$  cm;  $\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$  e  $\text{cos } 60^\circ = \frac{1}{2}$ .

Repetindo as expressões deduzidas no item anterior e substituindo os valores dados:

$$a = \frac{n_1}{n_2} \frac{\text{sen } \alpha_1 L}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_1}{n_2} \text{sen } \alpha_1\right)^2}} \Rightarrow a = \frac{1}{\sqrt{3}} \frac{2\sqrt{3}}{\sqrt{1 - \left(\frac{1}{\sqrt{3}} \frac{\sqrt{3}}{2}\right)^2}} = \frac{2}{\sqrt{1/4}} = \frac{2}{1/2} \Rightarrow$$

$$a = 4 \text{ cm.}$$

$$b = L \tan \alpha_1 \Rightarrow b = 2\sqrt{3} \tan 60^\circ = 2\sqrt{3} \sqrt{3} \Rightarrow b = 6 \text{ cm.}$$

Da Fig.2:

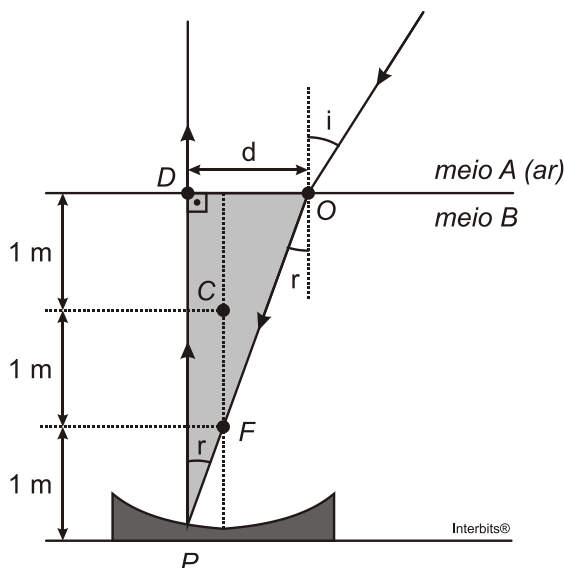
$$D = b - a = 6 - 4 \Rightarrow$$

$$D = 2 \text{ cm.}$$

### Resposta da questão 10:

Dados:  $n_A = 1,0$ ;  $n_B = 1,2$ ;  $\text{sen } 7^\circ = 0,12$ .

A figura a seguir ilustra a situação. Como o raio refratado incide no espelho passando pelo foco, ele reflete paralelo ao eixo principal.



Sabemos que quando um ângulo é pequeno ( $\theta < 10^\circ$ ), podemos fazer a aproximação:

$$\text{sen } \theta = \text{tg } \theta = \theta_{(\text{radiano})}$$

Como nesse caso  $i = 7^\circ$  e  $r < i$  (ângulos pequenos), podemos então trocar o seno pela tangente na lei de Snell. Assim:

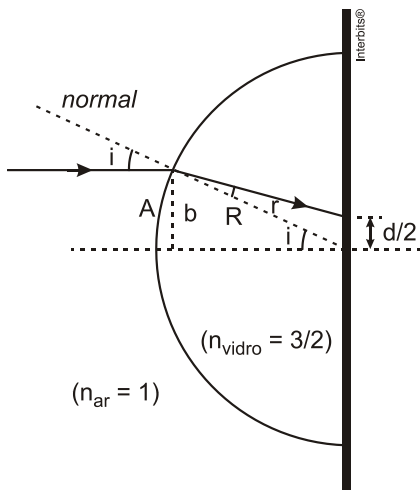
$$n_A \text{ tgi} = n_B \text{ tgr} \Rightarrow 1 (0,12) = 1,2 \text{ tgr} \Rightarrow \text{tg } r = \frac{0,12}{1,2} \Rightarrow \text{tg } r = 0,1.$$

Mas no triângulo  $OPB$  destacado na figura:

$$\text{tg } r = \frac{d}{3} \Rightarrow 0,1 = \frac{d}{3} \Rightarrow d = 0,3 \text{ m} = 30 \text{ cm}.$$

### Resposta da questão 11:

[B]



Dados:  $n_{\text{ar}} = 1$ ;  $n_{\text{vidro}} = \frac{3}{2}$ ;  $R = 10 \text{ cm}$ ;  $A \cong b = 0,5 \text{ cm}$ .

Aplicando a lei de Snell na figura dada, temos:

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

Mas  $i$  e  $r$  são ângulos pequenos. Então, de acordo com o enunciado, podemos escrever:

$$n_{\text{ar}} i = n_{\text{vidro}} r \Rightarrow (n_{\text{ar}}) \left( \frac{A}{R} \right) = (n_{\text{vidro}}) \left( \frac{d/2}{R} \right) \Rightarrow (1)(0,5) = \left( \frac{3}{2} \right) \left( \frac{d}{2} \right) \Rightarrow$$

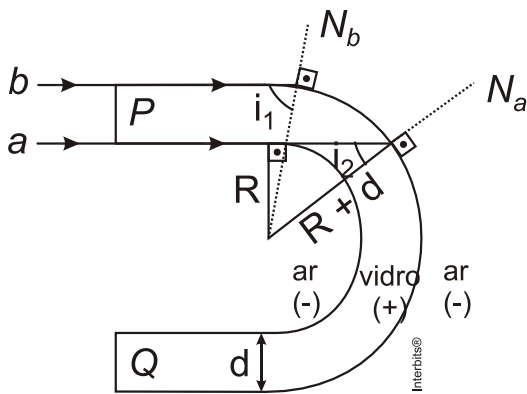
$$d = \frac{2}{3} \text{ cm}.$$

### Resposta da questão 12:

Dado:  $n_{\text{ar}} = 1$ ;  $n = \frac{3}{2}$ .

Para que toda a luz incidente na superfície  $P$  sofre emergência pela superfície  $Q$  é necessário que todos os raios do feixe sofram reflexão total ao incidir na superfície côncava de maior raio.

A figura mostra dois raios limítrofes,  $a$  e  $b$ , do feixe. Para que ocorra reflexão total, o ângulo de incidência ( $i$ ) deve ser maior que o ângulo limite ( $L$ ). Então, se o raio que incide com menor ângulo (raio  $a$ ) sofrer reflexão total, o feixe inteiro também o sofrerá.



Assim:

$$i_2 > L \Rightarrow \text{sen } i_2 > \text{sen } L \quad \text{(I)}.$$

O seno do ângulo limite entre dois meios é dado pela razão entre o índice do meio (-) refringente e o do (+) refringente.

$$\text{sen } L = \frac{n_{\text{ar}}}{n} = \frac{1}{3/2} \Rightarrow \text{sen } L = \frac{2}{3} \quad \text{(II)}.$$

No triângulo retângulo mostrado na figura:

$$\text{sen } i_2 = \frac{R}{R+d} \quad \text{(III)}.$$

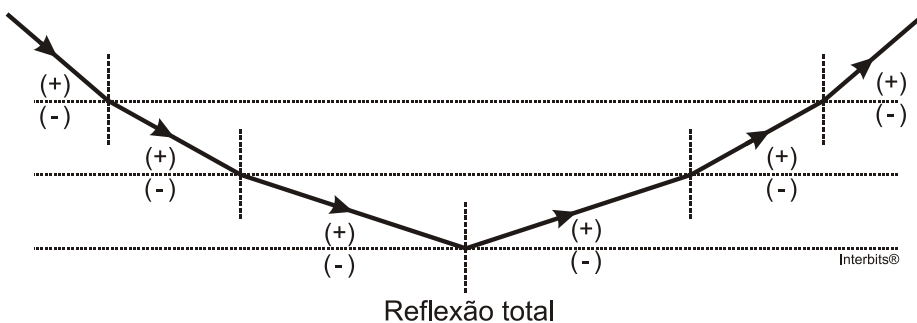
Substituindo (II) e (III) em (I):

$$\frac{R}{R+d} > \frac{2}{3} \Rightarrow 3R > 2R + 2d \Rightarrow R > 2d \Rightarrow \frac{R}{d} > 2 \Rightarrow$$

$$\left[ \frac{R}{d} \right]_{\text{min}} \cong 2.$$

**Resposta da questão 13:**

[C]

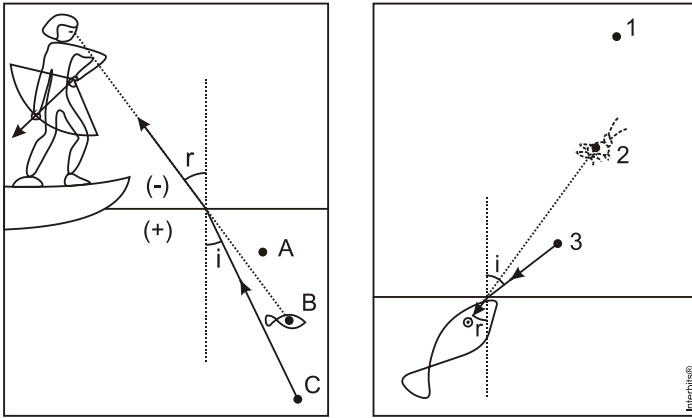


Reflexão total

O asfalto se aquece, aquecendo as camadas de ar próximas a ele; quanto mais baixa a camada, maior a sua temperatura. Por isso a temperatura do ar **diminui** com a altura da camada. O ar quente sobe, fazendo com que as camadas mais baixas se tornem mais rarefeitas. Portanto, há **aumento** da densidade com a altura da camada. Conseqüentemente, o índice de refração também sofre um **aumento**, sendo as camadas inferiores menos refringentes. A passagem de um raio de uma camada (+) refringente para outra (-) refringente faz com que o raio se afaste da normal na trajetória descendente, fazendo **aumentar** o ângulo de refração, até atingir o ângulo limite e a reflexão total, acontecendo o inverso na trajetória ascendente.

**Resposta da questão 14:**

[E]



A luz sempre vai do objeto para o observador.

No primeiro caso, o peixe é objeto e o homem é o observador. A luz está passando da água (meio mais refringente) para o ar (meio menos refringente), afastando-se da normal, de acordo com a lei de Snell. Por isso o homem deve fazer pontaria em C.

No segundo caso, o inseto é objeto e o peixe arqueiro é o observador. A luz está passando do ar (meio menos refringente) para a água (meio mais refringente), aproximando-se da normal, de acordo com a lei de Snell. Por isso o peixe arqueiro deve fazer pontaria em 3.

**Resposta da questão 15:**

[A]

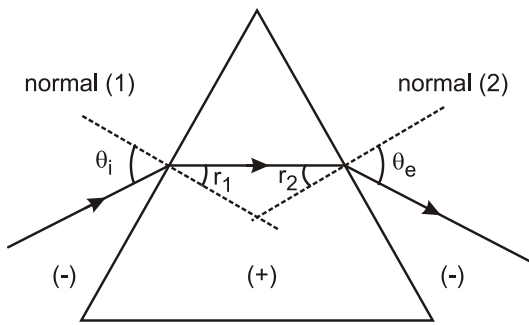


Figura 1

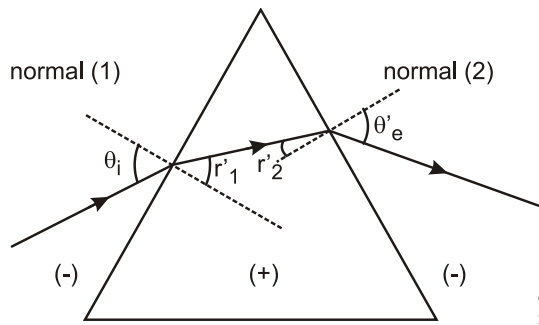


Figura 2

Pela lei de Snell, sabemos que, quando um raio de luz passa do meio (-) refringente para o (+) refringente, ele se aproxima da normal, afastando-se quando em sentido oposto. É o que está registrado na Figura 1, e no enunciado.

Por isso:

$$r_1 < \theta_i \text{ e } \theta_e > r_2.$$

Aplicando a lei de Snell na Figura 2:

$$\frac{\text{sen}\theta_i}{\text{sen}r'_1} = \frac{n_p}{n_{ar}} \Rightarrow \text{sen}r'_1 = \frac{\text{sen}\theta_i}{\frac{n_p}{n_{ar}}}.$$

De acordo com o enunciado, o índice de refração do vidro em relação ao ar diminui com o aumento do comprimento de onda.

Então:

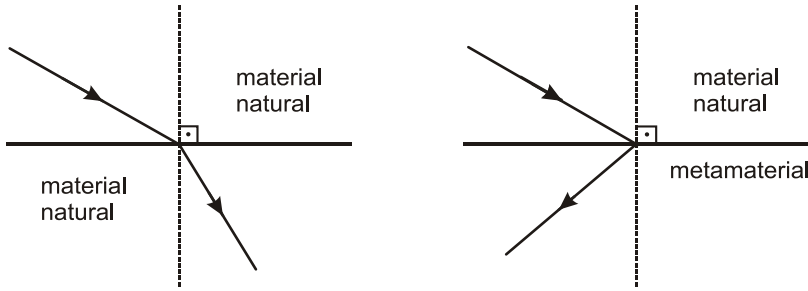
$$\text{sen}r'_1 > \text{sen}r_1 \Rightarrow r'_1 > r_1.$$

Ao sair do prisma o raio deve se afastar na normal, o que nos leva ao trajeto da Figura 2.

**Resposta da questão 16:**

[D]

Nos materiais naturais, quando ocorre incidência oblíqua da luz, os raios incidente e refratado estão em meios diferentes e em quadrantes opostos, definidos pela superfície e pela normal a essa superfície. No metamaterial, esses raios estão em meios diferentes, mas em quadrantes adjacentes.



**Resposta da questão 17:**

[B]

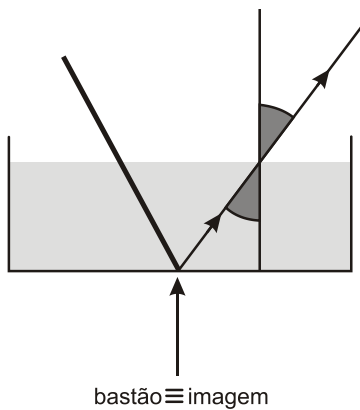
Mais refringente significa maior índice de refração.

**Resposta da questão 18:**

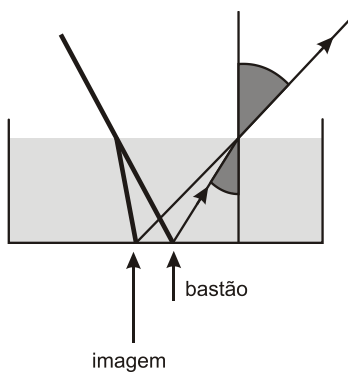
[E]

A lei de Snell diz que  $n \sin \theta = \text{cte}$ , isto é, se o índice de refração aumenta, o ângulo diminui e vice-versa. Note que na figura abaixo quando a luz passa do líquido para o ar o ângulo não se modifica. Então

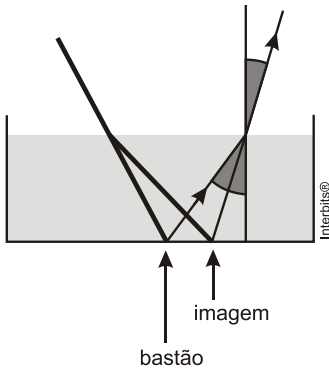
$$n_{\text{liq}} = n_{\text{ar}}$$



Note que na figura abaixo quando a luz passa do líquido para o ar o ângulo aumenta. Então:  $n_{\text{liq}} > n_{\text{ar}}$



Note que, na figura abaixo, quando a luz passa do líquido para o ar, o ângulo diminui. Então:  $n_{\text{liq}} < n_{\text{ar}}$



**Resposta da questão 19:**

a) Para um material convencional, o raio incidente e o raio refletido estão no mesmo meio, em quadrantes adjacentes (raio B); o raio incidente e o refratado estão em meios diferentes, em quadrantes opostos (raio D).

Assim, para um metamaterial, a trajetória é a do raio E.

Dados:  $\theta_1 = 60^\circ$ ;  $\theta_2 = 45^\circ$ ;  $n_1 = 1,8$ .

$$|n_1| \operatorname{sen} \theta_1 = |n_2| \operatorname{sen} \theta_2$$

$$1,8 \left( \frac{1}{2} \right) = |n_2| \left( \frac{\sqrt{2}}{2} \right) \Rightarrow$$

$$|n_2| = \frac{1,8}{1,4}$$

$$|n_2| \cong 1,29.$$

b) Dados:  $\epsilon = 2,0 \times 10^{-11} \frac{\text{C}^2}{\text{N.m}^2}$  e  $\mu = 1,25 \times 10^{-6} \frac{\text{N.s}^2}{\text{C}^2}$

Substituindo valores na expressão dada:

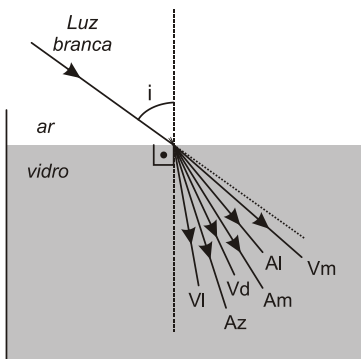
$$v = \frac{1}{\sqrt{\epsilon\mu}} \Rightarrow v = \frac{1}{\sqrt{2 \times 10^{-11} \times 1,25 \times 10^{-6}}} = \frac{1}{\sqrt{25 \times 10^{-18}}} = \frac{1}{5 \times 10^9} \Rightarrow v = 2,0 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

Como  $n = \frac{c}{v}$ , vem:

$$n = \frac{3 \times 10^8}{2 \times 10^8} \Rightarrow n = 1,5.$$

**Resposta da questão 20:**

[E]



Da Lei de Snell:

$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{vidro}}}{n_{\text{ar}}} \Rightarrow \text{sen } r = \frac{n_{\text{ar}} \text{sen } i}{n_{\text{vidro}}}$ . Por essa expressão, vemos que a luz que apresenta menor ângulo de refração (a que mais desvia) é a que apresenta maior índice de refração, no caso o violeta. Aliás, os desvios crescem na sequência mostrada na figura: Vermelha (Vm), Alaranjada (Al), Amarela (Am), Verde (Vd), Azul (Az) e Violeta (Vl).

**Resposta da questão 21:**

[C]

Dados:  $\lambda = 600 \times 10^{-9} \text{ m}$ ;  $n_{\text{vidro}} = 1,5$ .

Considerando a velocidade da luz no vácuo,  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ , temos:

$$n = \frac{c}{v_{\text{vidro}}} = \frac{\lambda}{\lambda_{\text{vidro}}}. \text{ Então:}$$

$$1,5 = \frac{3 \times 10^8}{v_{\text{vidro}}} \Rightarrow v_{\text{vidro}} = \frac{3 \times 10^8}{1,5} \Rightarrow v_{\text{vidro}} = 2 \times 10^8 \text{ m/s.}$$

$$1,5 = \frac{600 \times 10^{-9}}{\lambda_{\text{vidro}}} \Rightarrow \lambda_{\text{vidro}} = \frac{600 \times 10^{-9}}{1,5} \Rightarrow \lambda_{\text{vidro}} = 400 \times 10^{-9} \text{ m.}$$

**Resposta da questão 22:**

[E]

Sabemos que ao mudar de meio, a frequência do feixe não se altera. O comprimento de onda pode ser obtido a partir da lei de Snell.

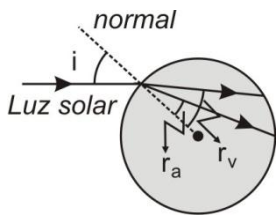
$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{agua}}}{n_{\text{ar}}} = \frac{v_{\text{ar}}}{v_{\text{agua}}} = \frac{\lambda_{\text{ar}}}{\lambda_{\text{agua}}} \Rightarrow \frac{n_{\text{agua}}}{n_{\text{ar}}} = \frac{\lambda_{\text{ar}}}{\lambda_{\text{agua}}}. \text{ Como } n_{\text{agua}} > n_{\text{ar}} \Rightarrow \lambda_{\text{ar}} > \lambda_{\text{agua}}.$$

**Resposta da questão 23:**

[A]

De acordo com a Lei de Snell:  $\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{gota}}}{n_{\text{ar}}} \Rightarrow \text{sen } r = \frac{n_{\text{ar}} \text{sen } i}{n_{\text{gota}}}$

Como o índice de refração da gota é maior para a luz azul, essa radiação apresenta menor ângulo de refração ( $r_a < r_v$ ) ou seja, sofre maior desvio ao se refratar.



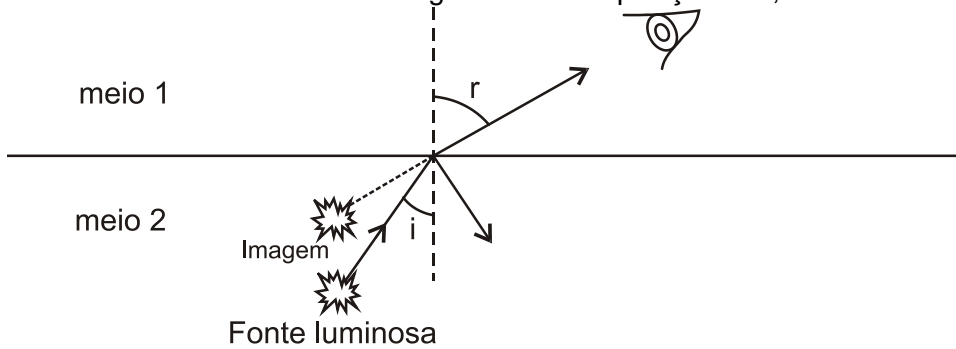
**Resposta da questão 24:**

$$08 + 16 = 24$$

(01) Errada. A frequência não se altera na refração e nem na reflexão, permanecendo igual à da fonte emissora.

(02) Errada. Há sempre reflexão parcial, ou total, quando o ângulo de incidência superar o ângulo limite.

(04) Errada. O observador verá a imagem acima da posição real, conforme indica a figura a seguir.



(08) Correta. O raio refratado afasta-se na normal. Logo, a luz está passando do meio mais refringente (2) para menos refringente (1). De fato, pela lei de Snell:

$$n_1 \sin r = n_2 \sin i. \text{ Como } \sin r > \sin i \Rightarrow n_1 < n_2.$$

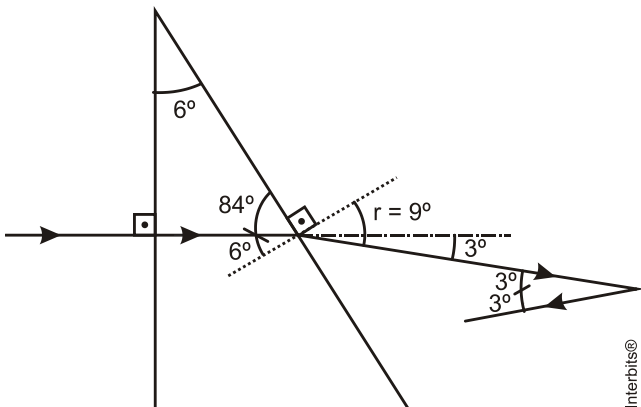
(16) Correta. O meio 1 é menos refringente que o meio 2. Logo a velocidade da luz nesse meio é maior. Sendo  $v = \lambda f$ , se a frequência é a mesma, o comprimento de onda é maior no meio de maior velocidade, portanto, no meio 1.

**Resposta da questão 25:**

[B]

Dados:  $n_p = 1,5$ ;  $n_{ar} = 1$ ;  $\sin 6^\circ = 0,104$  e  $\sin 9^\circ = 0,157$ .

A figura a seguir ilustra a situação, mostrando a trajetória do raio até a reflexão no espelho plano.



Na primeira face, a incidência é normal, portanto não há desvio. Para a segunda face, aplicamos a lei de Snell:

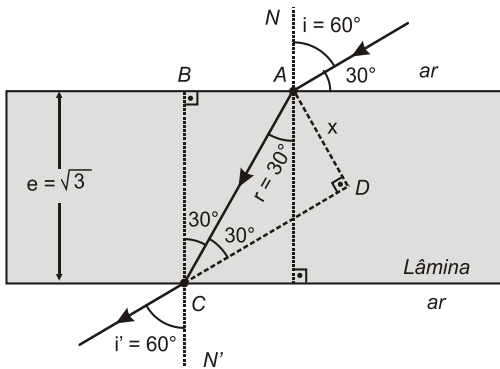
$$n_p \sin i = n_{ar} \sin r \Rightarrow 1,5 \sin 6^\circ = 1 \sin r \Rightarrow 1,5 (0,104) = \sin r \Rightarrow \sin r = 0,157 \Rightarrow r = 9^\circ. \text{ A partir daí, acompanhando a figura, concluímos que o ângulo de reflexão no espelho plano é } 3^\circ.$$

**Resposta da questão 26:**

dados:  $n_{ar} = 1$ ;  $n_{vidro} = \sqrt{3}$ ;  $e = \sqrt{3}$  cm.

Se o ângulo entre o raio e a lâmina é de  $30^\circ$ , o ângulo de incidência é:  $i = 60^\circ$ . Como o raio vem do ar, atravessa a lâmina e volta para o ar, o raio emergente é paralelo ao incidente. Daí:  $i' = i = 60^\circ$ .

A figura a seguir ilustra a situação.



Aplicando a lei de Snell na primeira face:

$$n_{ar} \text{ sen } i = n_{\text{vidro}} \text{ sen } r \Rightarrow (1) \text{ sen } 60^\circ = \sqrt{3} \text{ sen } r \Rightarrow$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = \sqrt{3} \text{ sen } r \Rightarrow \text{ sen } r = \frac{1}{2} \Rightarrow r = 30^\circ.$$

No ponto C:

- os ângulos  $\hat{BCA}$  e  $r$  são alternos-internos:  $\hat{BCA} = 30^\circ$ .
- os ângulos  $\hat{BCD}$  e  $i'$  são opostos pelo vértice:  $\hat{BCD} = 60^\circ$ .
- mas:  $\hat{BCD} = \hat{BCA} + \hat{ACD} \Rightarrow 60^\circ = 30^\circ + \hat{ACD} \Rightarrow \hat{ACD} = 30^\circ$ .

No triângulo ABC:

$$\cos 30^\circ = \frac{BC}{AC} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = \frac{\sqrt{3}}{AC} \Rightarrow AC = 2 \text{ cm.}$$

No triângulo ACD:

$$\text{sen } 30^\circ = \frac{AD}{AC} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{x}{2} \Rightarrow$$

$$x = 1 \text{ cm.}$$

**Resposta da questão 27:**

[C]

Dados:  $\theta_1 = 60^\circ$ ;  $\theta_2 = 30^\circ$ ;  $c = 3 \times 10^8 \text{ m/s}$ .

Aplicando a lei de Snell:

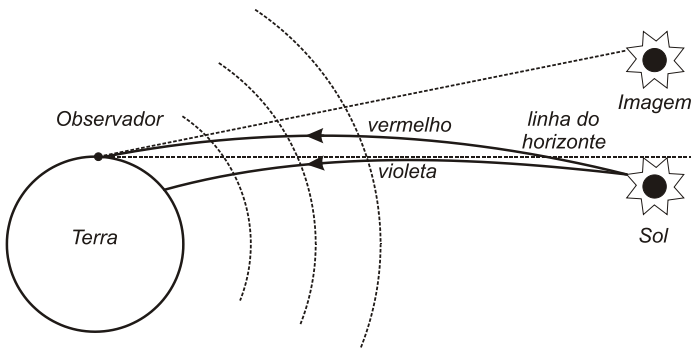
$$\frac{\text{sen } \theta_1}{\text{sen } \theta_2} = \frac{v_1}{v_2} \Rightarrow \frac{\text{sen } 60^\circ}{\text{sen } 30^\circ} = \frac{3 \times 10^8}{v_2} \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} v_2 = \frac{1}{2} \times 3 \times 10^8 \Rightarrow v_2 = \frac{3 \times 10^8}{\sqrt{3}} = \frac{\cancel{3} \sqrt{3} \times 10^8}{\cancel{3}} \Rightarrow v_2 = \sqrt{3} \times 10^8 \text{ m/s.}$$

**Resposta da questão 28:**

[D]

Comentemos cada uma das afirmações:

(I) Correta: Como a atmosfera é transparente, mas não homogênea, os raios solares sofrem desvio ao atravessá-la, fazendo com que o pôr do sol seja uma miragem. Como, na refração, as radiações de menor frequência (vermelha, amarela e alaranjada) sofrem menor desvio, o observador vê a imagem do Sol com predominância dessas cores, daí, aquele tom roseado. A *Figura* ilustra esse fenômeno (de maneira exagerada).



(II) Errada. O ar é menos refringente que a água. Ao passar do meio menos para o mais refringente, a luz aproxima da normal, não ocorrendo reflexão total. Esse fenômeno só ocorre quando o sentido de propagação da luz é do meio mais para o menos refringente, quando o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.

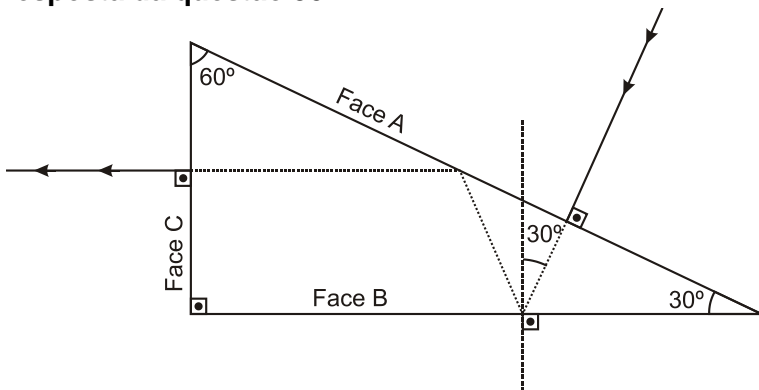
(III) Errada. Na refração não há alteração da frequência.

**Resposta da questão 29:**

[C]

1. **Verdadeira.** Dispersão é o fenômeno que ocorre quando um feixe de luz policromática sofre refração, com separação das cores componentes.
2. **Verdadeira.** O ângulo de incidência é igual ao de reflexão (2ª lei da reflexão).
3. **Falsa.** A radiação violeta é que apresenta maior desvio.

**Resposta da questão 30:**



Calculamos o índice de refração do prisma que provocasse emergência rasante ( $r = 90^\circ$ ) para o ângulo de incidência de  $30^\circ$  na face B.

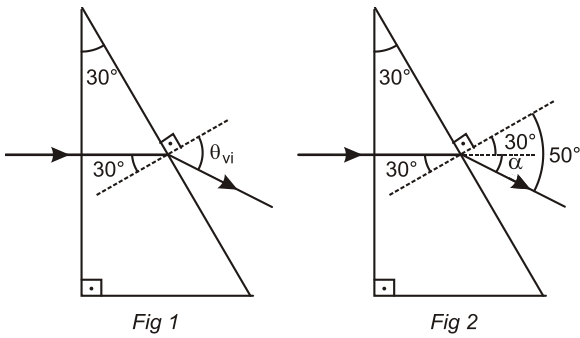
Pela Lei de Snell:

$$n_p \sin 30^\circ = n_{ar} \sin 90^\circ \Rightarrow n_p \frac{1}{2} = (1)(1) \Rightarrow \frac{n_p}{2} = 1 \Rightarrow n_p = 2.$$

Como ocorre reflexão total,  $n_p > 2$

**Resposta da questão 31:**

a) Dados:  $n_{vi} = 1,532$ .



Analisemos a Fig 1 que mostra a refração sofrida pelo raio violeta.

Aplicando a lei de Snell:

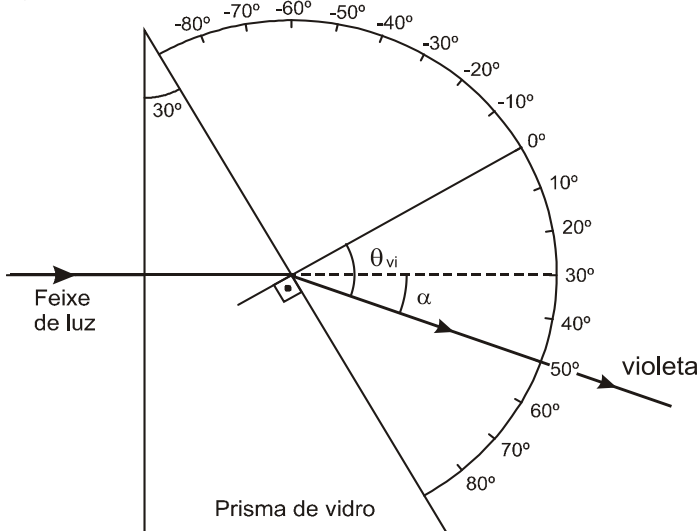
$$n_{vi} \sin 30^\circ = n_{ar} \sin \theta_{vi} \Rightarrow 1,532 (0,5) = 1 (\theta_{vi}) \Rightarrow \theta_{vi} = 0,766.$$

Consultando a tabela dada, encontramos:  $\theta_{vi} = 50^\circ$ .

Na Fig 2:

$$\alpha + 30^\circ = 50^\circ \Rightarrow \alpha = 20^\circ.$$

b)



c) Sabemos que na refração, o desvio angular cresce do vermelho para o violeta. Comprovemos aplicando a lei de Snell para as demais radiações envolvidas.

O ângulo de incidência é  $\theta_1 = 30^\circ$  para todas as radiações. Assim:

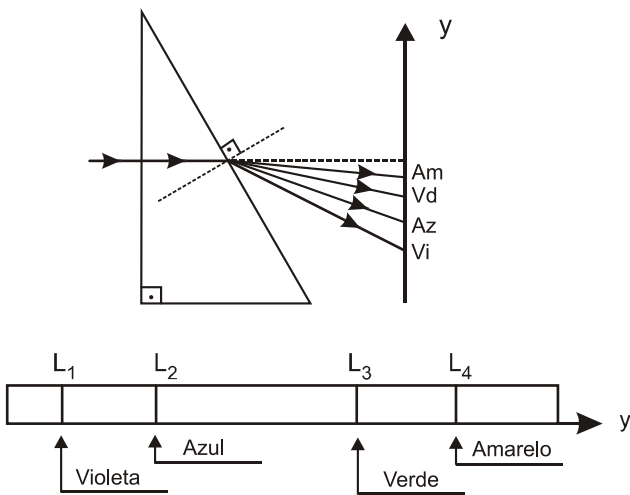
$$n_{rad} \sin 30^\circ = n_{ar} \sin \theta_2 \Rightarrow \sin \theta_2 = n_{rad} (0,5). \text{ Então:}$$

$$\sin \theta_{az} = 1,528 (0,5) = 0,764;$$

$$\sin \theta_{vd} = 1,519 (0,5) = 0,760;$$

$$\sin \theta_{am} = 1,515 (0,5) = 0,758.$$

No intervalo de  $0^\circ$  a  $90^\circ$ , quanto menor o seno do ângulo, menor é o ângulo. Portanto, o raio amarelo é o que sofre menor desvio, depois, nessa ordem, verde, azul e violeta. Vejamos no esquema.



**Resposta da questão 32:**

Pela Lei de Snell

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

$$1,0,9 = 1,5 \cdot \text{sen} r \rightarrow \text{sen} r = 0,6$$

Pela relação fundamental da trigonometria

$$\text{sen}^2 r + \text{cos}^2 r = 1 \rightarrow 0,36 + \text{cos}^2 r = 1 \rightarrow \text{cos} r = 0,8$$

Assim pode-se escrever que  $\text{cos} r = (\text{espessura do vidro}) / (\text{distância percorrida pela luz})$

$$0,8 = 4/d \rightarrow d = 4/0,8 = 5 \text{ cm}$$

**Resposta da questão 33:**

[A]

Resolução

Pela 2ª lei da refração ou Lei de Snell

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

$$1 \cdot \text{sen} 30^\circ = n \cdot \text{sen} 20^\circ$$

$$0,50 = n \cdot 0,34 \rightarrow n = \frac{0,50}{0,34} = 1,47$$

**Resposta da questão 34:**

Pela lei de Snell

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

Como os ângulos envolvidos são muito pequenos é verdade afirmar que  $\text{sen} \alpha = \alpha$ , então:

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

$$n_{\text{ar}} \cdot i = n_{\text{água}} \cdot r$$

$$1,4 = 1,33 \cdot r \rightarrow r = \frac{4}{1,33} = 3$$

**Resposta da questão 35:**

[E]

Resolução

O ângulo de incidência, tanto para o raio azul quanto para o vermelho é  $45^\circ$ . Isto significa que o vermelho não ultrapassa o limite, refratando-se, enquanto que o azul ultrapassa o limite e sofre, na face AC, reflexão total.

**Resposta da questão 36:**

$(04) + (16) = 20$

**Resolução**

A luz também apresenta comportamento de onda.

A velocidade da luz depende do meio em que se propaga, apresentando máxima velocidade no vácuo.

**Resposta da questão 37:**

[C]

**Resolução**

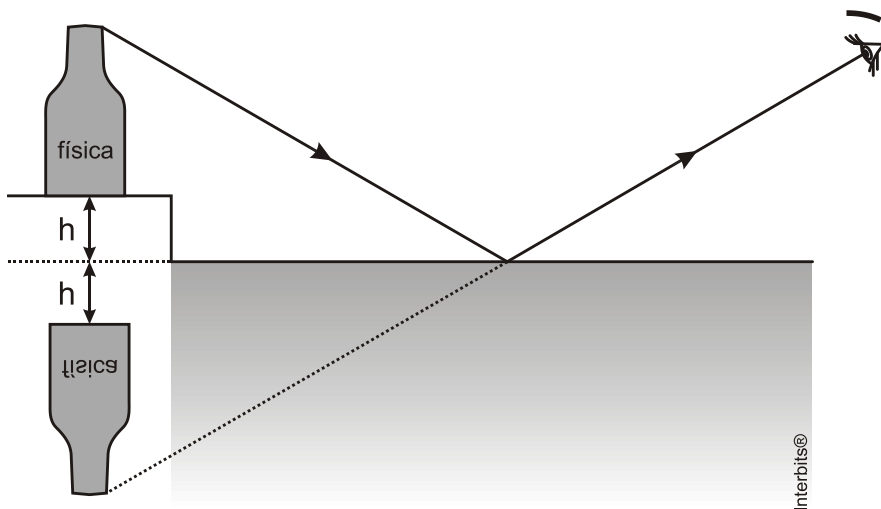
Como o detector  $D_1$  recebe a luz numa direção perpendicular a superfície de separação a estrutura tem que estar em A, D ou C.

Para o detector  $D_2$ , visto que existe refração (mudança na direção da luz) a estrutura não poderá estar em D. Como o índice de refração do tecido (semelhante ao da água) é maior que o do ar a estrutura deverá estar em C.

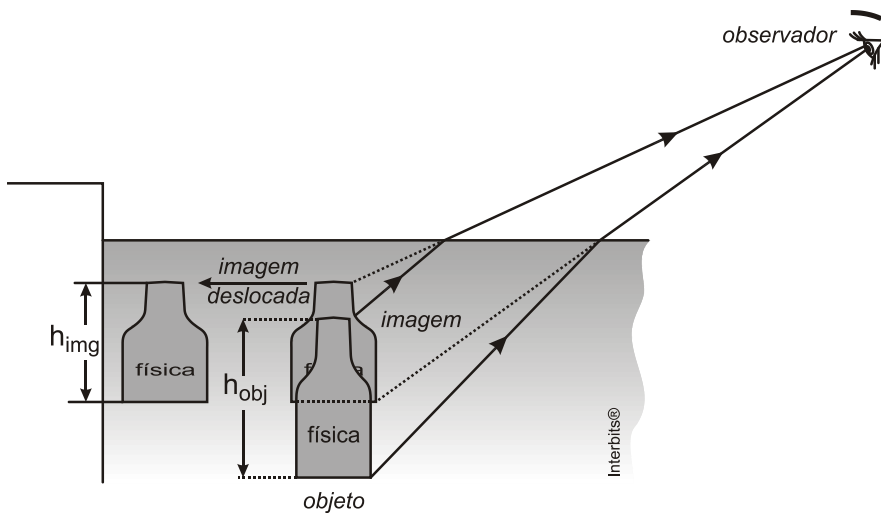
**Resposta da questão 38:**

[D]

Talvez a maior dificuldade do teste tenha sido o candidato perceber que a imagem da garrafa que está fora da piscina é vista por reflexão na superfície da água que, estando perfeitamente em repouso, funciona como um espelho plano. A imagem formada é simétrica do objeto, por isso aparece invertida (de ponta-cabeça), como em 5. Veja a figura.



A outra garrafa está dentro da piscina, sua imagem é vista por refração, formando os meios ar e água um dióptro plano. A imagem é sobrelevada e achatada, na direção vertical, como ilustra a figura a seguir:



Sejam:

$n_{\text{obs}}$ : índice de refração do meio onde se encontra o observador. No caso:  $n_{\text{obs}} = n_{\text{ar}} = 1$

$n_{\text{agua}}$ : índice de refração da água.

Usando a expressão aproximada para o dioptro plano:

$$\frac{h_{\text{img}}}{h_{\text{obj}}} = \frac{n_{\text{obs}}}{n_{\text{obj}}} = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{agua}}} = \frac{1}{n_{\text{agua}}} \Rightarrow \frac{h_{\text{img}}}{h_{\text{obj}}} = \frac{1}{n_{\text{agua}}} \Rightarrow h_{\text{img}} = \frac{h_{\text{obj}}}{n_{\text{agua}}}$$

Como  $n_{\text{agua}} > 1 \Rightarrow h_{\text{img}} < h_{\text{obj}}$ .