

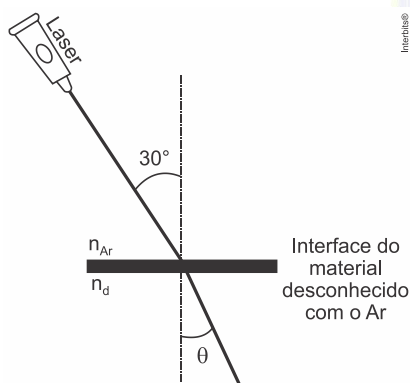
REFRAÇÃO DA LUZ

Questão 1

Use quando necessário: $g = 10 \text{ m/s}^2$; $\sin(30^\circ) = 1/2$.

Em um laboratório de óptica da UFJF, uma estudante de Física realizou um experimento para caracterizar um material transparente desconhecido por meio do valor do seu índice de refração, n_d . Ela montou o experimento de modo a enviar um feixe de laser a partir do ar em direção à interface do ar com esse material.

Com base nas informações da figura abaixo, da tabela de índices de refração abaixo e sabendo que a estudante obteve para o ângulo θ entre a normal e o raio que se propaga dentro do material desconhecido o valor de $\sin(\theta) = 0,37$, você pode concluir que o material mais provável era:



Material	Índice de refração (n)
Ar	1,00
Glicerina	1,90
Diamante	2,42
Vidro	1,50
Álcool Etílico	1,36
Acrílico	1,49

Tabela: índices de refração.

- a) Vidro.
- b) Glicerina.

- c) Álcool Etílico.
- d) Diamante.
- e) Acrílico.

Questão 2

Um raio de luz incide, a partir do ar, em um líquido com índice de refração (n) maior que o do ar.

Considere que o raio luminoso faz um ângulo $90^\circ - \theta$ com a normal à superfície plana de separação entre o líquido e o ar. Se $\theta = 90^\circ$, é correto afirmar que o raio, ao passar para meio líquido, tem ângulo de refração igual a

- a) zero.
- b) 90° .
- c) 30° .
- d) 60° .

Questão 3

Você já deve ter percebido que um objeto parece ter uma forma anormal quando mergulhado parcialmente em água, como representado na fotografia abaixo, na qual um pincel está parcialmente mergulhado em um copo com água. Essa ilusão é causada pelo fenômeno ondulatório chamado refração da luz, que ocorre quando a luz refletida pelo pincel muda de meio de propagação, passando da água para o ar.



A explicação adequada para o fenômeno está na seguinte afirmação:

- a) Quando um feixe de luz passa da água para o ar, sua velocidade de propagação não se altera,



o que provoca alteração na sua direção de propagação.

- b) Embora os meios ar e água apresentem o mesmo índice de refração, a velocidade de propagação da luz altera-se ao passar de um meio para o outro, gerando desvio de feixes de luz.
- c) O desvio dos feixes de luz deve-se meramente à ilusão de óptica gerada pela associação entre os meios água e vidro.
- d) Como o ar e a água apresentam diferentes índices de refração, a velocidade de propagação da luz é diferente de um meio para outro, causando o desvio de feixes de luz.

Questão 4

A luz do sol, após atravessar a água em um aquário, projeta um arco-íris na parede de uma residência.

A decomposição da luz branca do sol, ao atravessar os meios ar – água – ar, ocorre porque cada componente da luz possui, na água, diferentes índices de

- a) polarização
- b) refração
- c) difração
- d) interferência
- e) coloração

Questão 5

Considerando as velocidades de propagação da luz em dois meios homogêneos e distintos, respectivamente iguais a 200.000 km/s e 120.000 km/s, determine o índice de refração relativo do primeiro meio em relação ao segundo. Considere a velocidade da luz no vácuo, igual a 300.000 km/s.

- a) 0,6
- b) 1,0
- c) 1,6
- d) 1,7

Questão 6

Um dado meio tem um índice de refração n_1 . Um outro meio tem um índice de refração n_2 .

Assinale a alternativa que expressa corretamente a relação entre os módulos das velocidades da luz nos dois meios, quando $n_2 = 2n_1$.

- a) $v_2 = 4v_1$.

- b) $v_2 = 2v_1$.
- c) $v_2 = v_1$.
- d) $v_2 = \frac{v_1}{2}$.
- e) $v_2 = \frac{v_1}{4}$.

Questão 7

Sobre o comportamento da luz em diferentes meios, são feitas as seguintes afirmações:

- I. Um feixe de luz monocromático tem frequência definida.
- II. No vácuo, os diferentes feixes de luz monocromáticos se propagam com velocidades distintas.
- III. A passagem da luz de um meio para outro, acompanhada de uma variação em sua velocidade de propagação, recebe o nome de refração da luz.
- IV. O índice de refração absoluto de um meio define-se como o quociente entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz no meio em questão.

Está **correto** apenas o que se afirma em:

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

Questão 8

Quando uma onda luminosa atravessa dois meios diferentes, por exemplo o ar e uma parede de vidro, qual das quantidades permanece constante?

- a) A velocidade de propagação.
- b) A amplitude.
- c) A frequência.
- d) O comprimento de onda.

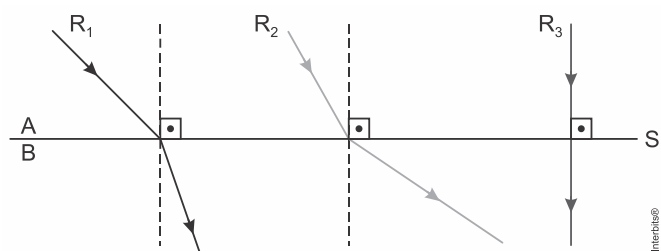
Questão 9

Dois meios transparentes, A e B, de índices de refração absolutos n_A e

$n_B \neq n_A$, são separados por uma superfície plana S, e três raios monocromáticos,



R_1, R_2 e R_3 , se propagam do meio A para o meio B, conforme a figura.



É correto afirmar que

- o raio R_3 não sofreu refração.
- o raio R_1 é mais rápido no meio B do que no meio A.
- para o raio R_3 , o meio B é mais refringente do que o meio A.
- para o raio R_2 , $\frac{n_B}{n_A} < 1$.
- para o raio R_1 , $n_B \cdot n_A < 0$.

Questão 10

Um raio de luz monocromática de frequência $f = 1,0 \times 10^{15}$ Hz, com velocidade $v = 3,0 \times 10^5$ km/s, que se propaga no ar, cujo índice de refração é igual a 1, incide sobre uma lâmina de vidro ($n_{\text{vidro}} = \sqrt{2}$), formando um ângulo 45° com a superfície da lâmina. O seno do ângulo de refração é

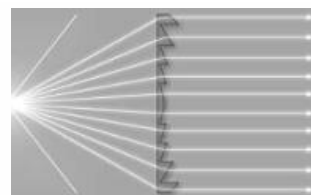
- 0,5.
- 0,7.
- 1,0.
- 3,0.
- $\sqrt{2}$.

Questão 11

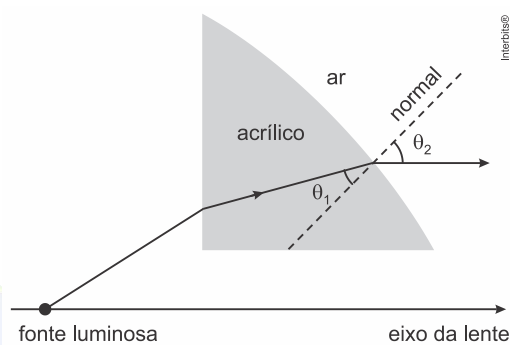
Uma lente de Fresnel é composta por um conjunto de anéis concêntricos com uma das faces plana e a outra inclinada, como mostra a figura (a). Essas lentes, geralmente mais finas que as convencionais, são usadas principalmente para concentrar um feixe luminoso em determinado ponto, ou para colimar a luz 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)



(c)

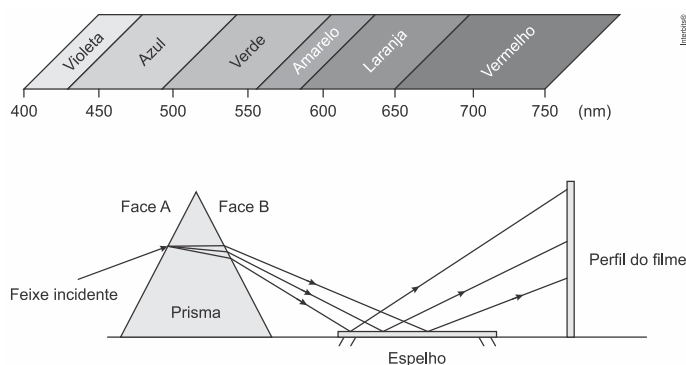
Se $\sin(\theta_1) = 0,5$ e $\sin(\theta_2) = 0,75$, o valor do índice de refração do acrílico é de

- 1,50.
- 1,41.
- 1,25.
- 0,66.

Questão 12

A figura representa um prisma óptico, constituído de um material transparente, cujo índice de refração é crescente com a frequência da luz que sobre ele incide. Um feixe luminoso, composto por luzes vermelha, azul e verde, incide na face A, emerge na face B e, após ser refletido por um espelho, incide num filme para fotografia colorida, revelando três pontos.





Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constata-se as seguintes cores:

- Vermelha, verde, azul.
- Verde, vermelha, azul.
- Azul, verde, vermelha.
- Verde, azul, vermelha.
- Azul, vermelha, verde.

Questão 13

Conta a história que Isaac Newton, trabalhando no polimento de algumas peças de vidro, conseguiu obter um prisma triangular, o qual utilizou para a sua famosa experiência da dispersão da luz branca, ilustrada na figura a seguir.



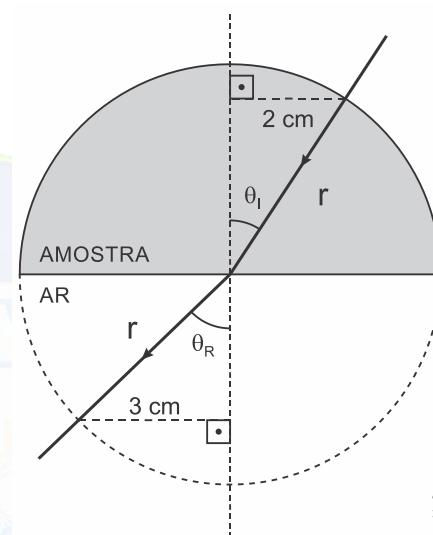
(Fonte: Luz, A. M. R. Física 2: contexto & aplicações. Scipione, 2011)

Utilizando-se da palavra latina *spectrum*, ele descreveu o conjunto de cores que resultou dessa dispersão da luz branca ao atravessar o prisma. A explicação para o observado por Newton encontra-se associada ao fato de que cada cor que compõe o *spectrum* sofre um desvio diferente em virtude

- da sua polarização.
- da sua difusão.
- do seu índice de refração.
- da sua velocidade no vácuo.
- da sua interferência.

Questão 14

Durante um ensaio com uma amostra de um material transparente e homogêneo, um aluno do Curso de Materiais da FATEC precisa determinar de que material a amostra é constituída. Para isso, ele utiliza o princípio da refração, fazendo incidir sobre uma amostra semicircular, de raio r , um feixe de laser monocromático, conforme a figura.



Material	n
ar	1,00
resina	1,50
policarbonato	1,59
cristal dopado	1,60
cristal de titânio	1,71
cristal de lantânio	1,80

Utilizando os dados da figura e as informações apresentadas na tabela de referência, podemos concluir corretamente que o material da amostra é

Lembre-se de que:

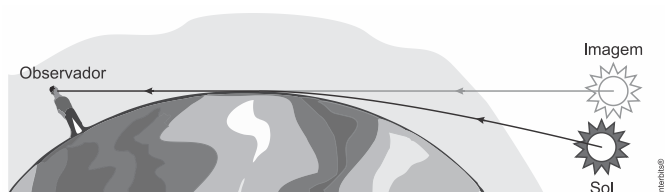
$$n_I \cdot \sin \theta_I = n_R \cdot \sin \theta_R$$

- cristal de lantânio.
- cristal de titânio.
- cristal dopado.
- policarbonato.
- resina.



Questão 15

No Hemisfério Sul, o solstício de verão (momento em que os raios solares incidem verticalmente sobre quem se encontra sobre o Trópico de Capricórnio) ocorre no dia 21 ou 23 de dezembro. Nessa data, o dia tem o maior período de presença de luz solar. A figura mostra a trajetórias da luz solar nas proximidades do planeta Terra quando ocorre o fenômeno ótico que possibilita que o Sol seja visto por mais tempo pelo observador.



Qual é o fenômeno ótico mostrado na figura?

- A refração da luz solar ao atravessar camadas de ar com diferentes densidades.
- A polarização da luz solar ao incidir sobre a superfície dos oceanos.
- A reflexão da luz solar nas camadas mais altas da ionosfera.
- A difração da luz solar ao contornar a superfície da Terra.
- O espalhamento da luz solar ao atravessa a atmosfera.

GABARITO

Resposta da questão 1:

[C]

Aplicando a Lei de Snell:

$$n_{Ar} \cdot \sin 30^\circ = n_d \cdot \sin \theta$$

$$1 \cdot 0,5 = n_d \cdot 0,37$$

$$n_d \cong 1,35$$

Sendo assim, trata-se do álcool etílico.

Resposta da questão 2:

[A]

Aplicando a lei de Snell:

$$n_{ar} \underbrace{\sin(90^\circ - 90^\circ)}_{=0} = n \sin \hat{r} \Rightarrow \sin \hat{r} = 0$$

Resposta da questão 3:

[D]

A frequência do feixe de luz não muda quando há mudança de meio com índices de refração diferentes, porém velocidade de propagação e comprimento de onda variam, sendo diretamente proporcionais entre si. Caso os índices de refração dos meios em que a luz atravessa fossem iguais, não veríamos desvios no feixe de luz e a imagem não ficaria “quebrada”. Letra [D].

Resposta da questão 4:

[B]

A decomposição da luz branca ao atravessar meios diferentes ocorre porque cada componente da luz possui diferentes **índices de refração**, fenômeno que explica a formação do arco-íris.

Resposta da questão 5:

[A]

Pela definição de índice de refração, temos que:

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

Portanto:



$$n_1 v_1 = n_2 v_2 \Rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{v_2}{v_1} = \frac{120000}{200000}$$

$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = 0,6$$

Resposta da questão 6:

[D]

O índice de refração (n) do meio é definido como:

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

onde

c = velocidade da luz no vácuo (constante);

v = velocidade da luz no meio.

Para o meio 2:

$$n_2 = \frac{c}{v_2}$$

Aplicando a informação fornecida no enunciado na equação acima:

$$2n_1 = \frac{c}{v_2} \Rightarrow \frac{2c}{v_1} = \frac{c}{v_2} \therefore v_2 = \frac{v_1}{2}$$

Resposta da questão 7:

[B]

[I] Verdadeira. São características da luz monocromática a sua frequência e seu comprimento de onda específicos.

[II] Falsa. A velocidade da luz no vácuo possui um valor constante independente da sua frequência ou comprimento de onda.

[III] Verdadeira. Quando a luz muda o meio de propagação há alteração da sua velocidade, acompanhada da alteração do comprimento da onda sem alteração da frequência característica, fenômeno chamado de refração.

[IV] Verdadeira. O índice de refração nos dá uma razão entre as velocidades de propagação da luz no meio comparada com a velocidade da luz no vácuo, nos informando quantas vezes a luz é mais rápida no vácuo em relação a esse meio.

Resposta da questão 8:

[C]

Na refração, a onda luminosa mantém constante sua frequência.

Resposta da questão 9:

[D]

[A] **Falsa.** O raio R_3 mudou do meio A para o meio B, portanto sofreu refração.

[B] **Falsa.** O raio R_1 é mais rápido no meio A do que no meio B, pois a velocidade é diretamente proporcional ao ângulo de

$$\text{incidência/refração. } \frac{v_A}{v_B} = \frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B}$$

[C] **Falsa.** Sendo a incidência de 90° , não é possível fazer essa afirmativa.

[D] **Verdadeira.** Pela lei de Snell, temos:

$$n_A \cdot \sin \theta_A = n_B \cdot \sin \theta_B$$

$$\frac{\sin \theta_A}{\sin \theta_B} = \frac{n_B}{n_A}$$

Como

$$\theta_B > \theta_A \Rightarrow \sin \theta_B > \sin \theta_A \Rightarrow n_B < n_A \therefore \frac{n_B}{n_A} < 1$$

[E] **Falsa.** Como o índice de refração é positivo, o produto de dois índices também são positivos.

Resposta da questão 10:

[A]

Usando a Lei de Snell:

$$n_i \cdot \sin i = n_r \cdot \sin r$$

$$1 \cdot \sin 45^\circ = \sqrt{2} \cdot \sin r$$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \sin r$$

$$\sin r = \frac{1}{2}$$

Resposta da questão 11:

[A]

Dado: $n_{ar} = 1$.

Aplicando a lei de Snell:

$$\frac{\sin \theta_1}{\sin \theta_2} = \frac{n_{ar}}{n_{ac}} \Rightarrow \frac{0,5}{0,75} = \frac{1}{n_{ac}} \Rightarrow n_{ac} = \frac{0,75}{0,5} \Rightarrow n_{ac} = 1,5.$$

Resposta da questão 12:

[A]

Pela equação $v = \lambda f$, percebemos que a frequência é inversamente proporcional ao comprimento de onda. Logo:

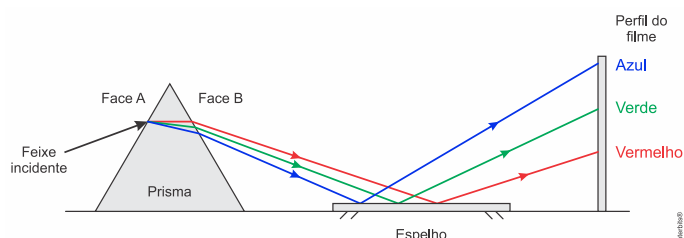


$$\lambda_{\text{azul}} < \lambda_{\text{verde}} < \lambda_{\text{vermelha}} \Rightarrow f_{\text{azul}} > f_{\text{verde}} > f_{\text{vermelha}}$$

$$\therefore n_{\text{azul}} > n_{\text{verde}} > n_{\text{vermelha}}$$

Sendo assim, o raio de frequência azul é o que sofre maior desvio, e o de frequência vermelha, o menor.

De acordo com a figura abaixo, podemos concluir que de baixo para cima, constata-se as cores na seguinte ordem: vermelha, verde e azul.



Resposta da questão 13:

[C]

O índice de refração (n) relaciona a velocidade da luz no vácuo com a sua velocidade em um dado meio e representa quantas vezes a luz no vácuo é mais rápida que neste meio. Assim a dispersão da luz branca em cores ocorre porque há diferenças de índice de refração para cada cor, e quanto maior esse índice, maior o desvio da luz no meio.

$$n = \frac{c}{v}, \text{ onde:}$$

n = índice de refração;

c = velocidade da luz no vácuo;

v = velocidade da luz no meio.

A sequência abaixo mostra a ordem decrescente dos índices de refração para as cores:

$$n_{\text{violeta}} > n_{\text{azul}} > n_{\text{anil}} > n_{\text{verde}} > n_{\text{amarelo}} > n_{\text{laranja}} > n_{\text{vermelho}}$$

Resposta da questão 14:

[E]

Aplicando a Lei de Snell e Descartes, dada no enunciado:

$$n_{\text{am}} \sin \theta_i = n_{\text{ar}} \sin \theta_R \Rightarrow n_{\text{am}} \frac{2}{\chi} = 1 \cdot \frac{3}{\chi} \Rightarrow n_{\text{am}} = \frac{3}{2} \Rightarrow \boxed{n_{\text{am}} = 1,5.}$$

Resposta da questão 15:

[A]

Na figura está evidenciado o fenômeno da refração. Quando a luz atravessa meios transparentes, mas não homogêneos, com diferentes densidades e com diferentes índices de refração, ela sofre desvios em sua trajetória.

