

Refração e Dioptro Plano

Nível 1

1) (Pucrj 2015) Sabendo que a velocidade de uma onda eletromagnética em um meio é dada por $1,2 \times 10^8$ m/s, qual é o índice de refração desse meio?

Considere: velocidade da luz $c = 3,0 \times 10^8$ m/s

- a) 2,5
- b) 1,2
- c) 1,8
- d) 2,0
- e) 0,4

2) (Unisc 2015) Uma luz monocromática verde e uma luz monocromática violeta propagam-se em um tipo de vidro com velocidades de $1,970 \times 10^8$ m/s e $1,960 \times 10^8$ m/s, respectivamente. Considerando que a velocidade da luz no vácuo é de $3,0 \times 10^8$ m/s, a relação entre o índice de refração do vidro para a luz verde (n_A) e o índice de refração do vidro para a luz violeta (n_B) será:

- a) $n_A = n_B$
- b) $n_A \leq n_B$
- c) $n_A < n_B$
- d) $n_A \geq n_B$
- e) $n_A > n_B$

3) (utfpr) Sobre fenômenos ópticos, considere as afirmações abaixo.

- I. Se uma vela é colocada na frente de um espelho plano, a imagem dela localiza-se atrás do espelho.
- II. Usando um espelho convexo, você pode ver uma imagem ampliada do seu rosto.
- III. Sempre que um raio luminoso muda de velocidade ao mudar de meio, também ocorre mudança na direção de propagação.

Está correto apenas o que se afirma em:

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

4) (UFMG) Um professor pediu a seus alunos que explicassem porque um lápis, dentro de um copo com água, parece estar quebrado, como mostrado na figura.



Bruno respondeu: “Isso ocorre, porque a velocidade da luz na água é menor que a velocidade da luz no ar”.

Tomás explicou: “ Esse fenômeno está relacionado com a alteração da frequência da luz, quando esta muda de meio”.

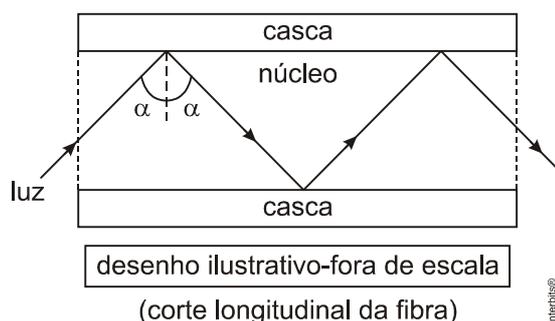
Considerando-se estas duas respostas é correto afirmar que

- A) apenas a de Bruno está correta.

- B) apenas a de Tomás está correta.
- C) as duas estão corretas.
- D) nenhuma das duas está correta.

5) (Espcex (Aman)) Uma fibra óptica é um filamento flexível, transparente e cilíndrico, que possui uma estrutura simples composta por um núcleo de vidro, por onde a luz se propaga, e uma casca de vidro, ambos com índices de refração diferentes.

Um feixe de luz monocromático, que se propaga no interior do núcleo, sofre reflexão total na superfície de separação entre o núcleo e a casca segundo um ângulo de incidência α , conforme representado no desenho abaixo (corte longitudinal da fibra).



Com relação à reflexão total mencionada acima, são feitas as afirmativas abaixo.

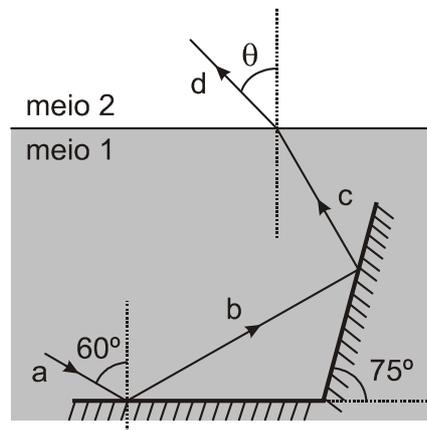
- I. O feixe luminoso propaga-se do meio menos refringente para o meio mais refringente.
- II. Para que ela ocorra, o ângulo de incidência α deve ser inferior ao ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca.
- III. O ângulo limite da superfície de separação entre o núcleo e a casca depende do índice de refração do núcleo e da casca.
- IV. O feixe luminoso não sofre refração na superfície de separação entre o núcleo e a casca.

Dentre as afirmativas acima, as únicas corretas são:

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

6) (Ufpr 2014) Um sistema de espelhos, esquematizado na figura abaixo, está imerso num meio 1 cujo índice de refração é $\sqrt{2}$.

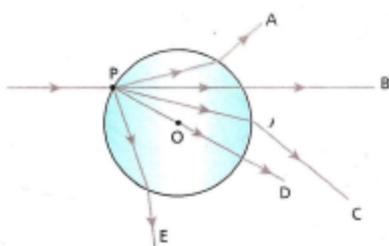
Um raio luminoso incide sobre o espelho horizontal pela trajetória a fazendo um ângulo de 60° em relação à reta normal deste espelho. Após esta reflexão, o raio segue a trajetória b e sofre nova reflexão ao atingir outro espelho, que está inclinado de 75° em relação à horizontal. Em seguida, o raio refletido segue a trajetória c e sofre refração ao passar deste meio para um meio 2 cujo índice de refração é igual a 1, passando a seguir a trajetória d. Utilizando estas informações, determine o ângulo de refração θ , em relação à reta normal da interface entre os meios 1 e 2.



7) (Ucs) Alfredo Moser, um mecânico mineiro, desenvolveu um sistema de iluminação baseado em garrafas pet de dois litros preenchidas com uma solução de água e cloro. Capaz de iluminar ambientes fechados durante o dia, a lâmpada de Moser já é usada em diversos países. Sua instalação exige que ela seja adaptada no teto de forma que metade do seu corpo fique para fora da casa e metade para dentro. A intenção é que a luz do sol incida na parte da garrafa que fica acima do telhado e seja desviada pelo líquido dentro da garrafa para o interior da residência. Uma ideia simples e eficiente que está baseada na propriedade da luz conhecida como

- a) indução.
- b) reverberação.
- c) interferência.
- d) condução elétrica.
- e) refração.

8) 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?

9) (PUC-SP) É dada a tabela:

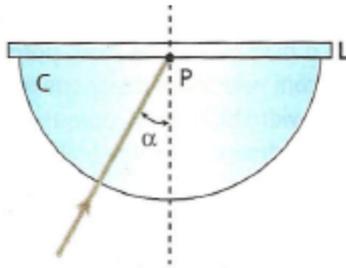
Material	Índice de refração absoluto
Gelo	1,309
Quartzo	1,544
Diamante	2,417
Rutilo	2,903

É possível observar reflexão total com luz incidindo do:

- a) gelo para o quartzo.
- b) gelo para o diamante.
- c) quartzo para o rutilo.
- d) rutilo para o quartzo.
- e) gelo para o rutilo.

10) (ITA-SP) Para a determinação do índice de refração (n_2) de uma lâmina de vidro (L), foi usado o dispositivo da figura, em que C representa a metade de um cilindro

de vidro opticamente polido, de índice de refração $n_2 = 1,80$. Um feixe fino de luz monocromática incide no ponto P, sob um ângulo α , no plano do papel



Observa-se que, para α maior ou igual 45° , o feixe é inteiramente refletido na lâmina.

Qual é o valor de n ? Adote $\sqrt{2} = 1,4$

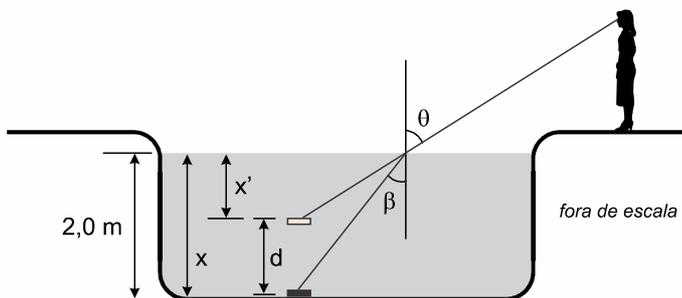
11) (Upf 2018) Sobre o comportamento da luz em diferentes meios, são feitas as seguintes afirmações:

- 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:

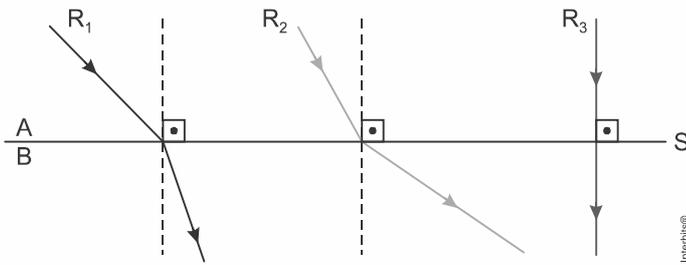
- a) I, II e III.
- b) I, III e IV.
- c) I e III.
- d) II e IV.
- e) III e IV.

12) Uma pessoa observa uma moeda no fundo de uma piscina que contém água até a altura de 2,0 m. Devido à refração, a pessoa vê a imagem da moeda acima da sua posição real, como ilustra a figura. Considere os índices de refração absolutos do ar e da água iguais a 1,0 e $\frac{4}{3}$, respectivamente.



Considerando $\text{sen}\theta = 0,80$, qual o valor do seno do ângulo β ?

13) (Uefs) 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.



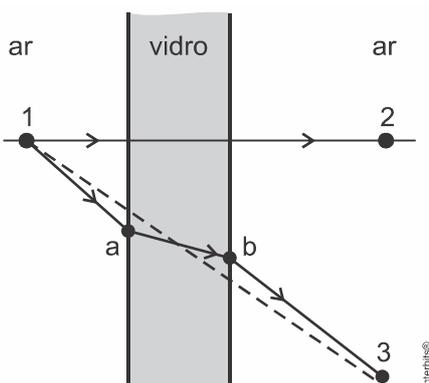
É correto afirmar que:

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

14) (Mackenzie) 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

- a) 0,5.
- b) 0,7.
- c) 1,0.
- d) 3,0.
- e) $\sqrt{2}$.

15) (Ufu) Considere um raio de luz que parte do ponto 1 e vai até o ponto 2, seguindo por um caminho retilíneo, justamente porque é aquele em que tal raio o percorre em menor tempo possível. Na mesma situação, um raio sai do ponto 1 e chega a 3, mas, em vez de fazer o caminho seguindo a linha tracejada, ele atravessa a lâmina de vidro, passando por a e b.



- a) Explique por que o raio de luz não segue a linha tracejada, e sim desvia-se, passando por a e b.
- b) Sabendo-se que o índice de refração do vidro é 1,5, qual a velocidade com que o raio de luz o atravessa? (adote $c = 3,8 \cdot 10^8$ m/s)

16) (Upf) 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.

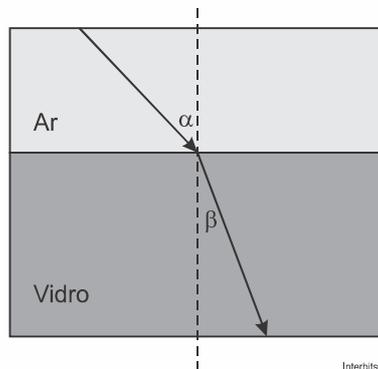


(Fonte: Luz, A. M. R. Física 2: contexto & aplicações. Scipione, 2011)

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

- a) da sua polarização.
- b) da sua difusão.
- c) do seu índice de refração.
- d) da sua velocidade no vácuo.
- e) da sua interferência.

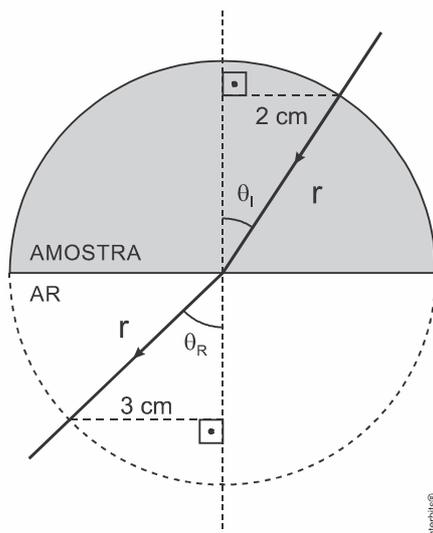
17) (Uefs) Um raio luminoso incide sobre a superfície de separação entre o ar e o vidro com um ângulo $\alpha = 60^\circ$ e refrata com um ângulo $\beta = 30^\circ$, como mostra a figura.



Considerando $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = 0,5$; $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = 0,87$; o índice de refração do ar igual a 1 e o índice de refração do vidro igual a n , então o valor de n é igual a

- a) 1,48
- b) 1,57
- c) 1,63
- d) 1,74
- e) 1,83

18) (Fatec) 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.



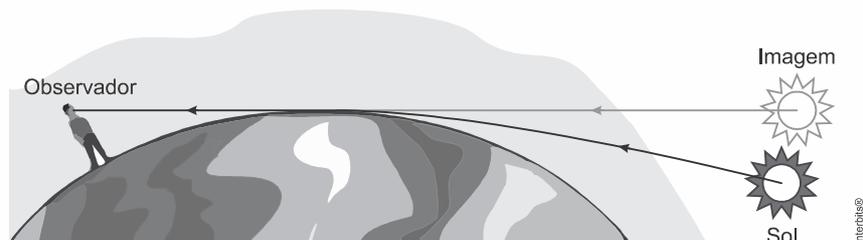
Material	n
ar	1,00
resina	1,50
policarbonato	1,59
cristal dopado	1,60
cristal de titânio	1,71
cristal de lantânio	1,80

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: $n_i \cdot \text{sen}\theta_i = n_R \cdot \text{sen}\theta_R$

- a) cristal de lantânio.
- b) cristal de titânio.
- c) cristal dopado.
- d) policarbonato.
- e) resina.

19) (Enem (Libras)) 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?

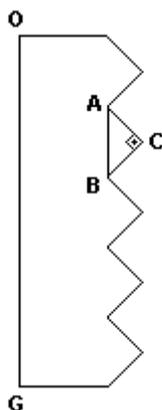
- a) A refração da luz solar ao atravessar camadas de ar com diferentes densidades.

- b) A polarização da luz solar ao incidir sobre a superfície dos oceanos.
- c) A reflexão da luz solar nas camadas mais altas da ionosfera.
- d) A difração da luz solar ao contornar a superfície da Terra.
- e) O espalhamento da luz solar ao atravessa a atmosfera.

20) (Pucrj) Um feixe luminoso incide sobre uma superfície plana, fazendo um ângulo de 60° com a normal à superfície. Sabendo que este feixe é refratado com um ângulo de 30° com a normal, podemos dizer que a razão entre a velocidade da luz incidente e a velocidade da luz refratada é

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

21) (Unicamp 2001) Um tipo de sinalização utilizado em estradas e avenidas é o chamado olho-de-gato, o qual consiste na justaposição de vários prismas "retos" feitos de plástico, que refletem a luz incidente dos faróis dos automóveis.

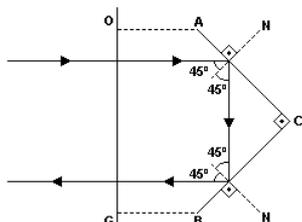


a) Reproduza o prisma ABC indicado na figura acima, e desenhe a trajetória de um raio de luz que incide perpendicularmente sobre a face OG e sofre reflexões totais nas superfícies AC e BC.

b) Determine o mínimo valor do índice de refração do plástico, acima do qual o prisma funciona como um refletor perfeito (toda a luz que incide perpendicularmente à superfície OG é refletida). Considere o prisma no ar, onde o índice de refração vale 1,0.

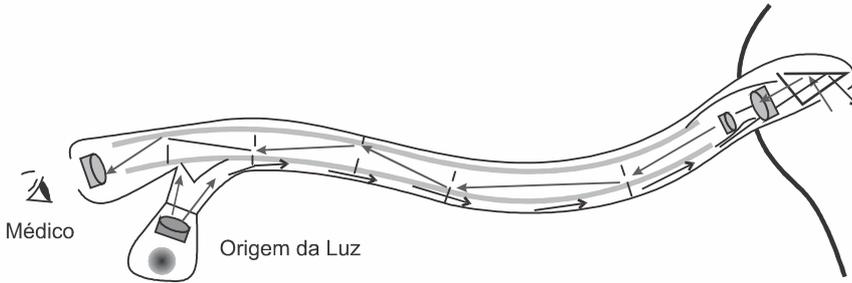
Gabarito:

- Nível 1 – 1) A 2) C 3) A 4) A 5) B 6) $\theta = 45^\circ$ 7) E 8) C 9) D 10) 1,26 11) B
 12) $\sin \beta = 0,60$ 13) D 14) A 15) a) Devido à diferença entre os índices de refração entre o vidro e o ar, pela Lei de Snell-Descartes, o raio de luz que incide com ângulo não nulo sofre desvio que pode ser observado pela mudança entre os seus ângulos de incidência e refração.
 b) $2 \cdot 10^8$ m/s 16) C 17) D 18) E 19) A 20) C
 21) a) b) $\sqrt{2}$



Nível 2

1) (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.

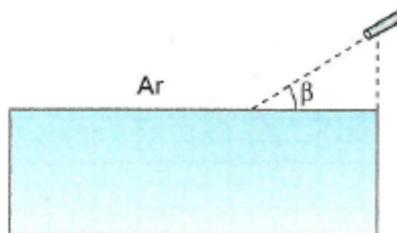


Assinale a alternativa **correta** que completa as lacunas das frases a seguir.

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

2) (Unicamp – modificada) Um tanque de 40 cm de profundidade está completamente cheio de um líquido transparente, de índice de refração $n = 1,64$. Um raio *laser* incide na superfície do líquido e parte dele é refletido e parte refratado. O raio incidente forma um ângulo beta de 35° com a superfície do líquido.



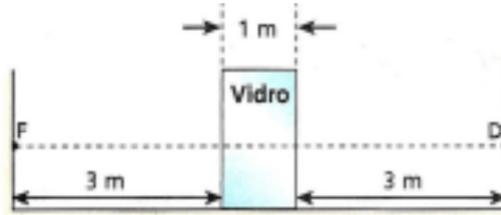
θ	30	35	40	45	50	55	60	65
$\text{sen } \theta$	0,50	0,57	0,64	0,71	0,77	0,82	0,87	0,91
$\text{tg } \theta$	0,58	0,70	0,84	1,0	1,19	1,43	1,73	2,14

a) Que ângulo o raio refletido forma com a normal à superfície?

b) Qual é o ângulo de refração?

c) Se a fonte do laser situa-se 14 em acima da superfície do líquido, localize o ponto iluminado pelo laser no fundo do tanque.

3) (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 $n_{ar} = 1,5$; velocidade da luz no ar $c = 300\,000\text{ km/s}$.

a) Qual o intervalo de tempo para a luz se propagar de F a D?

b) Construa, em seu caderno, um gráfico da velocidade da luz em função da distância, a contar da fonte F.

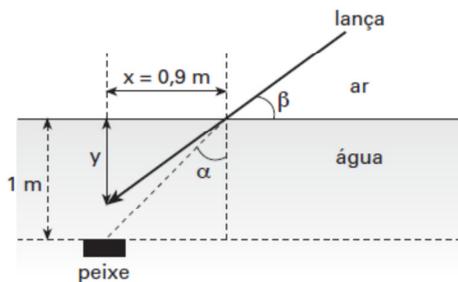
4) (FUVEST) Um jovem pesca em uma lagoa de água transparente, utilizando, para isto, uma lança. Ao enxergar um peixe, ele atira sua lança na direção em que o observa. O jovem está fora da água e o peixe está 1 m abaixo da superfície. A lança atinge a água a uma distância $x = 90\text{ cm}$ da direção vertical em que o peixe se encontra, como ilustra a figura abaixo. Para essas condições, determine:

a) O ângulo α (alfa), de incidência na superfície da água, da luz refletida pelo peixe.

b) O ângulo β (Beta) que a lança faz com a superfície da água.

c) A distância y , da superfície da água, em que o jovem enxerga o peixe.

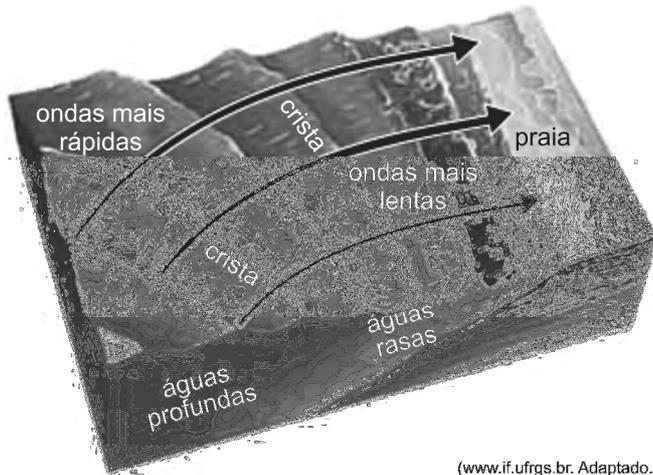
Esta questão envolve conhecimento de dióptro plano.



NOTE E ADOTE
 Índice de refração do ar = 1
 Índice de refração da água = 1,3
 Lei de Snell: $v_1/v_2 = \text{sen}\theta_1/\text{sen}\theta_2$

Ângulo θ	$\text{sen}\theta$	$\text{tg}\theta$
30°	0,50	0,58
40°	0,64	0,84
42°	0,67	0,90
53°	0,80	1,33
60°	0,87	1,73

5) (Unesp) A figura representa ondas chegando a uma praia. Observa-se que, à medida que se aproximam da areia, as cristas vão mudando de direção, tendendo a ficar paralelas à orla. Isso ocorre devido ao fato de que a parte da onda que atinge a região mais rasa do mar tem sua velocidade de propagação diminuída, enquanto a parte que se propaga na região mais profunda permanece com a mesma velocidade até alcançar a região mais rasa, alinhando-se com a primeira parte.

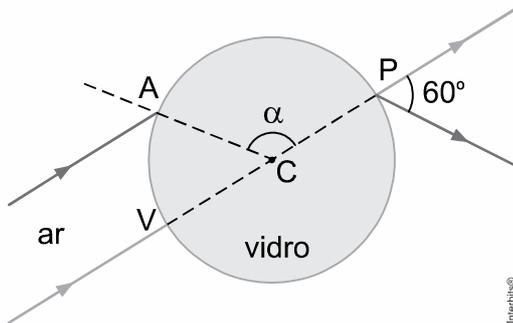


(www.if.ufrgs.br. Adaptado.)

O que foi descrito no texto e na figura caracteriza um fenômeno ondulatório chamado

- a) reflexão.
- b) difração.
- c) refração.
- d) interferência.
- e) polarização.

6) (Unesp) Dois raios luminosos monocromáticos, um azul e um vermelho, propagam-se no ar, paralelos entre si, e incidem sobre uma esfera maciça de vidro transparente de centro C e de índice de refração $\sqrt{3}$, nos pontos A e V. Após atravessarem a esfera, os raios emergem pelo ponto P, de modo que o ângulo entre eles é igual a 60° .

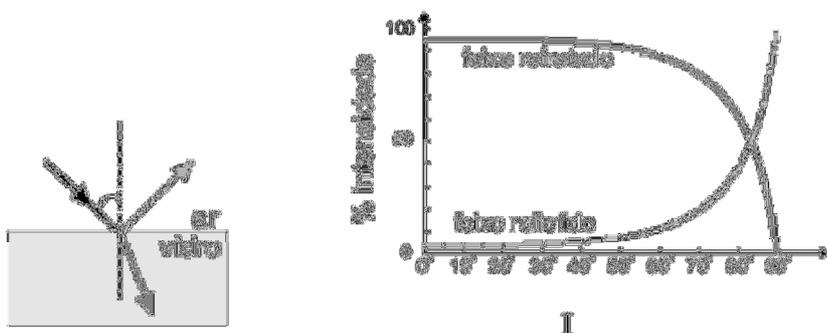


Considerando que o índice de refração absoluto do ar seja igual a 1, que $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e que $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$, o

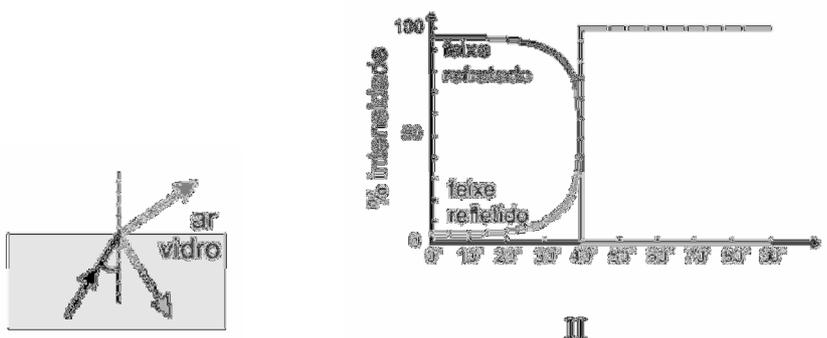
ângulo α indicado na figura é igual a

- a) 90° .
- b) 165° .
- c) 120° .
- d) 135° .
- e) 150° .

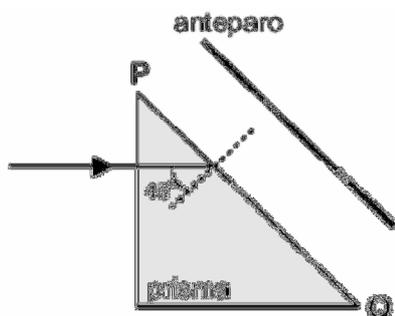
7) UFMG 2004 - Em seu curso de Física, Gabriela aprende que, quando um feixe de luz incide na superfície de separação entre dois meios de índices de refração diferentes, parte do feixe pode ser refletida e parte, refratada. Ela, então, faz com que o feixe de um laser se propague de modo a ir do ar para um bloco de vidro, como mostrado nesta figura:



A percentagem da intensidade do feixe incidente que é refratado e a do que é refletido, em função do ângulo de incidência θ , nessa situação, estão representadas no gráfico I. Em seguida, usando o mesmo laser, Gabriela faz com que o feixe de luz se propague de modo a ir do vidro para o ar, como mostrado nesta figura:



A percentagem da intensidade do feixe incidente que é refratado e a do que é refletido, nessa nova situação, estão mostrados no gráfico II.

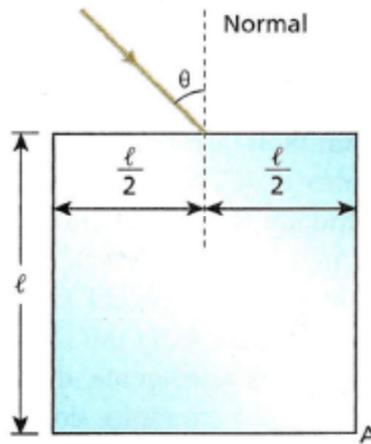


1. Considerando as experiências de Gabriela, suponha que o feixe do laser incide sobre um prisma de vidro, fazendo um ângulo de 45° com a normal à superfície **PQ**, e que um anteparo é colocado paralelo a essa superfície, como representado na figura ao lado. Então, **RESPONDA**:

Nesse caso, que percentual da intensidade do feixe incidente chegará ao anteparo? **JUSTIFIQUE** sua resposta.

2. Comparando-se os gráficos I e II, verifica-se que eles apresentam comportamentos bastante diferentes para ângulos de incidência acima de 40°. **EXPLIQUE** a razão dessa diferença.

8) (Unifor-CE) Um raio de luz no ar incide num bloco retangular de vidro polido, cujo índice de refração em relação ao ar é $\frac{\sqrt{5}}{2}$, conforme o esquema.



Para que o raio de luz refratado atinja a aresta A indicada, o seno do ângulo de incidência a deve ser:

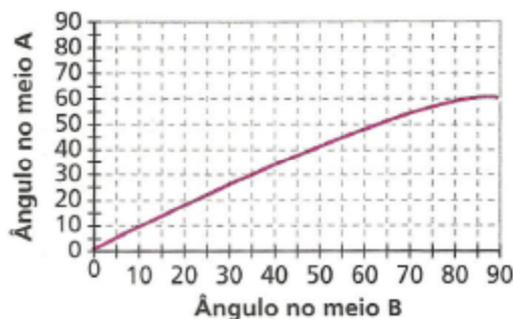
- a) 1/5 b) 1/3 c) 1/2 d) 2/3 e) 3/5

9) (UFMG) Um feixe de luz do Sol é decomposto ao passar por um prisma de vidro. O feixe de luz visível resultante é composto de ondas com:

- a) apenas sete freqüências, que correspondem às cores vermelha, alaranjada, amarela, verde, azul, anil e violeta.
- b) apenas três freqüências, que correspondem às cores vermelha, amarela e azul.
- c) apenas três freqüências, que correspondem às cores vermelha, verde e azul.
- d) uma infinidade de freqüências, que correspondem a cores desde a vermelha até a violeta .

10) (Unifesp-SP) O gráfico mostra a relação entre os ângulos de incidência e de refração entre dois materiais transparentes e homogêneos, quando um raio de luz incide sobre a superfície de separação entre esses meios, qualquer que seja o sentido do percurso.

Se esses materiais fossem utilizados para casca e o núcleo de fibras ópticas, deveria núcleo da fibra o meio:



produzir a
compor o

- a) A, por ser o mais refringente.
- b) B, por ser o menos refringente.

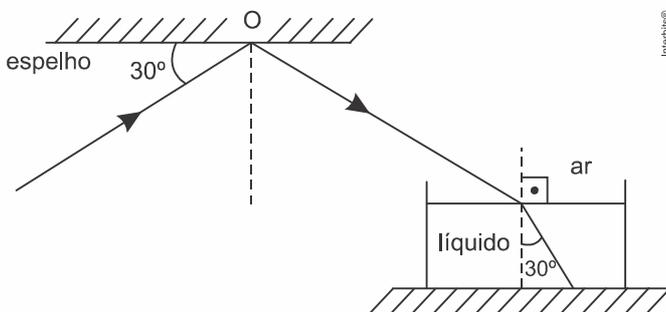
- c) A, por permitir ângulos de incidência maiores.
- d) B, porque nele a luz sofre maior desvio.
- e) A ou B, indiferentemente, porque nas fibras ópticas não ocorre refração

11) (Pucrs) Em Física, os modelos utilizados na descrição dos fenômenos da refração e da reflexão servem para explicar o funcionamento de alguns instrumentos ópticos, tais como telescópios e microscópios.

Quando um feixe monocromático de luz refrata ao passar do ar ($n_{AR} = 1,00$) para o interior de uma lâmina de vidro ($n_{vidro} = 1,52$), observa-se que a rapidez de propagação do feixe _____ e que a sua frequência _____. Parte dessa luz é refletida nesse processo. A rapidez da luz refletida será _____ que a da luz incidente na lâmina de vidro.

- a) não muda – diminui – a mesma
- b) diminui – aumenta – menor do
- c) diminui – não muda – a mesma
- d) aumenta – não muda – maior do
- e) aumenta – diminui – menor do

12) (Espcex (Aman)) Um raio de luz monocromática propagando-se no ar incide no ponto O, na superfície de um espelho, plano e horizontal, formando um ângulo de 30° com sua superfície. Após ser refletido no ponto O desse espelho, o raio incide na superfície plana e horizontal de um líquido e sofre refração. O raio refratado forma um ângulo de 30° com a reta normal à superfície do líquido, conforme o desenho abaixo.



DESENHO ILUSTRATIVO FORA DE ESCALA

Sabendo que o índice de refração do ar é 1, o índice de refração do líquido é:

Dados: $\sin 30^\circ = 1/2$ e $\cos 60^\circ = 1/2$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

- a) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- b) $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- c) $\sqrt{3}$
- d) $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
- e) $2\sqrt{3}$

13) (Ufrgs 2018) Um feixe de luz monocromática, propagando-se em um meio transparente com índice de refração n_1 , incide sobre a interface com um meio, também transparente, com índice de refração n_2 .

Considere θ_1 e θ_2 , respectivamente, os ângulos de incidência e de refração do feixe luminoso.

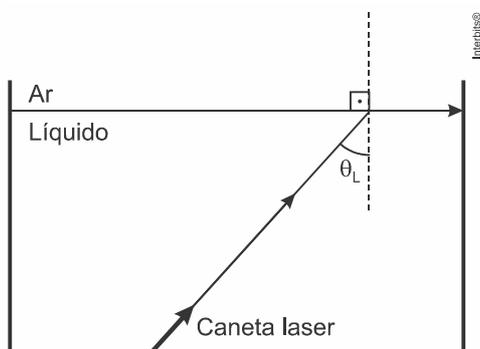
Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

Haverá reflexão total do feixe incidente se _____ e se o valor do ângulo de incidência for tal que _____.

- a) $n_1 < n_2$ – $\text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- b) $n_1 < n_2$ – $\text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$
- c) $n_1 = n_2$ – $\text{sen } \theta_1 = n_2/n_1$
- d) $n_1 > n_2$ – $\text{sen } \theta_1 < n_2/n_1$
- e) $n_1 > n__2$ – $\text{sen } \theta_1 > n_2/n_1$

14) (Uffj-pism 2) Em um experimento realizado em um laboratório, Maria Meitner colocou uma caneta laser adequadamente protegida no fundo de um aquário e depois o encheu com um líquido desconhecido. Ao instalar o laser, ela mediu o ângulo limite, θ_L , para que ocorra a reflexão total na interface com o ar, encontrando o valor de 42° . A figura a seguir representa o experimento, sendo que a seta no fundo do aquário representa a caneta laser e as outras, por sua vez, indicam a direção de propagação do feixe.

Dados: $\cos 42^\circ = 0,74$; $\text{sen } 42^\circ = 0,67$; $n_{\text{ar}} = 1,0$ (índice de refração do ar).



Os índices de refração de cinco líquidos diferentes estão indicados na tabela abaixo.

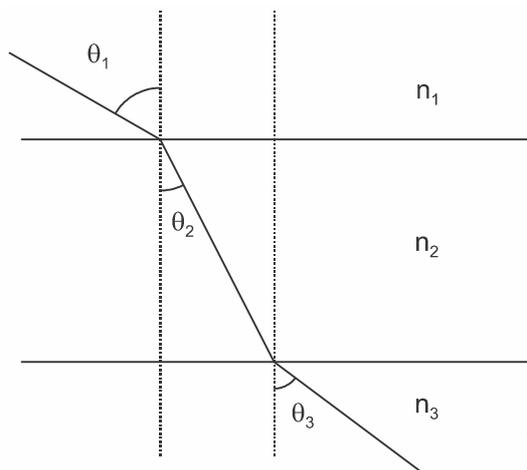
Líquido	Índice de refração
Líquido 1	1,1
Líquido 2	1,3
Líquido 3	1,5
Líquido 4	1,7
Líquido 5	1,8

O índice de refração de qual líquido se aproxima mais do obtido pelo experimento de Maria Meitner?

- a) Do líquido 5.
- b) Do líquido 4.

- c) Do líquido 3.
- d) Do líquido 2.
- e) Do líquido 1.

15) (Udesc) Na figura a seguir, um raio de luz vindo de um meio material (1), de índice de refração n_1 , incide na interface que o separa do meio material (2), de índice de refração n_2 . A seguir, o raio refratado incide na interface que separa os meios materiais (2) e (3), sendo n_3 o índice de refração do meio material (3).



Analise as proposições em relação à óptica geométrica.

- I. Se $n_1 = n_3$ então $\theta_1 = \theta_3$
- II. Se $n_1 > n_2$ então $\theta_1 > \theta_2$
- III. Se $n_2 > n_3$ então $\theta_2 > \theta_3$
- IV. Se $n_1 > n_2$ então $\theta_1 < \theta_2$
- V. Se $n_1 > n_3$ então $\theta_1 > \theta_3$

Assinale a alternativa **correta**.

- a) Somente as afirmativas II e III são verdadeiras.
- b) Somente as afirmativas II e V são verdadeiras.
- c) Somente as afirmativas III e V são verdadeiras.
- d) Somente as afirmativas I e II são verdadeiras.
- e) Somente as afirmativas I e IV são verdadeiras.

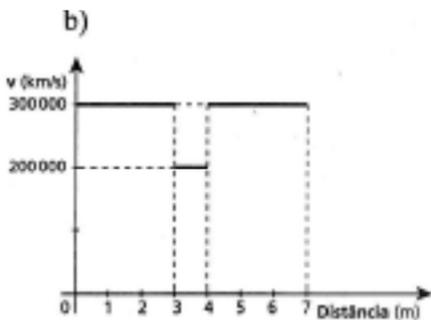
16) (Upe-ssa 2 2017) A Lei 13.290 modifica o Art.40 do Código de Trânsito Brasileiro e diz: “O condutor manterá acesos os faróis do veículo, utilizando luz baixa durante a noite e durante o dia, nos túneis providos de iluminação pública e nas rodovias;”. (...) Aumenta mesmo a visibilidade? Sim. Mesmo de dia, a luz faz diferença; afirma-se que, ao acender os faróis, a visibilidade do veículo aumenta em 60%. (...) Em situações de Sol a pino, que criam “miragens” na pista (efeito de pista molhada), é muito difícil distinguir se um veículo está vindo em sua direção ou indo na direção contrária. (...) E isso aumenta a segurança? Sim. No Brasil, a maior causa de morte no trânsito são as colisões frontais. Embora sejam apenas 4,1% das ocorrências, causam 33,7% dos óbitos. Essas colisões acontecem, principalmente, em tentativas malsucedidas de ultrapassagem. Já com a luz acesa, o veículo pode ser visto antes, prevenindo quem vem na direção oposta, evitando acidentes.

Fonte: <http://www.penaestrada.com.br/lei-do-farol-aceso-duvidas/>.
Acessado em 14 de julho de 2016. (Adaptado)

Acerca das informações do texto e dos conhecimentos básicos da óptica geométrica, é CORRETO afirmar que

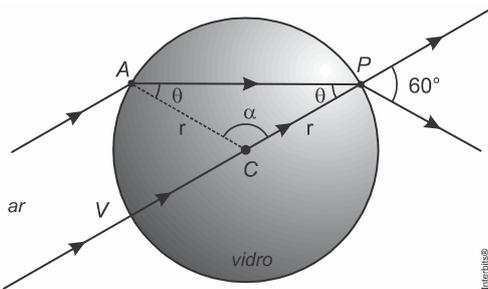
- a) a cor de um veículo não influencia na sua visibilidade por parte de outros motoristas.
- b) o fenômeno da “miragem” citado no texto pode ser explicado por efeitos decorrentes da refração e reflexão da luz.
- c) o tempo de reação de um motorista – intervalo de tempo entre visualizar um objeto e promover uma intervenção no veículo – diminui com o uso dos faróis nas estradas.
- d) um total de 4,1% das ocorrências de colisões aconteceram porque os faróis dos veículos estavam apagados.
- e) o fenômeno da ressonância luminosa explica, de forma mais completa, a “miragem” observada por motoristas em uma estrada.

Gabarito: Nível 2 – 1) B 2) a) 55º b) 30º c) 23cm 3) a) 2,5x10⁻⁸



4) 42, 30 e 0,522 m 5) C

6) C - A figura mostra as trajetórias dos dois raios no interior da esfera.



Aplicando a lei de Snell no ponto P:

$$n_{\text{vidro}} \sin \theta = n_{\text{ar}} \sin 60^\circ \Rightarrow \sqrt{3} \sin \theta = 1 \frac{\sqrt{3}}{2} \Rightarrow \sin \theta = \frac{1}{2} \Rightarrow \theta = 30^\circ.$$

O triângulo \hat{ACP} é isósceles. Então:

$$2\theta + \alpha = 180^\circ \Rightarrow 2(30^\circ) + \alpha = 180^\circ \Rightarrow \alpha = 120^\circ.$$

7) 1. Não chegará pois o raio sofrerá reflexão total. 2. No caso I o raio vem do meio menos refringente para o mais refringente. Haverá tanto reflexão como refração. Já no caso II para o ângulo de 40º haverá somente reflexão da luz.

8) C 9) D 10) A 11) C (A frequência nunca muda) 12) C 13) E 14) C 15) E 16) B

Nível 3

1) UFMG) - Rafael e Joana observam que, após atravessar um aquário cheio de água, um feixe de luz do Sol se decompõe em várias cores, que são vistas num anteparo que intercepta o feixe. Tentando explicar esse fenômeno, cada um deles faz uma afirmativa .

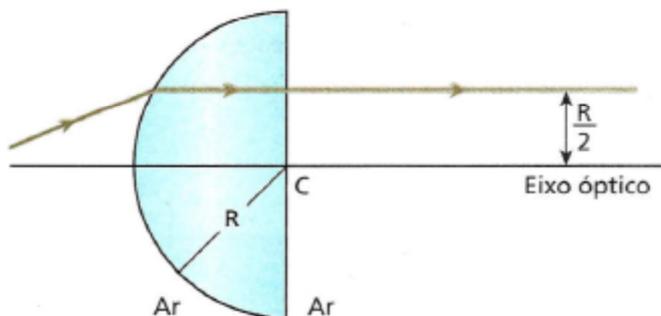
Rafael: Isso acontece porque, ao atravessar o aquário, a frequência da luz é alterada.

Joana: Isso acontece porque, na água, a velocidade da luz depende da frequência.

Considerando-se essas informações, é **CORRETO** afirmar que

- a) ambas as afirmativas estão certas.
- b) apenas a afirmativa de Rafael está certa.
- c) ambas as afirmativas estão erradas.
- d) apenas a afirmativa de Joana está certa.

2) (UFRJ) Um raio de luz monocromática, propagando-se no ar, incide sobre a face esférica de um hemisfério maciço de raio R e emerge conforme a figura.

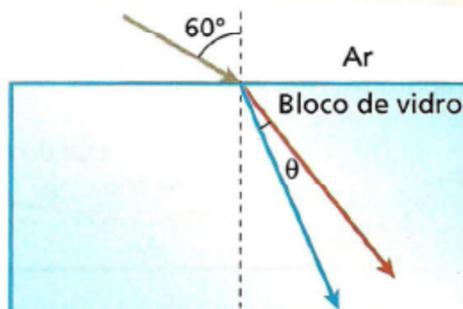


O índice de refração do material do hemisfério, para esse raio de luz é $\sqrt{2}$

Calcule o desvio angular sofrido pelo raio ao atravessar o hemisfério.

3) (UFPE) Um feixe de luz, ao incidir sobre uma superfície plana de um bloco de vidro, se abre num leque multicolor de luz cujo ângulo de abertura θ é limitado pelas componentes azul e vermelha do feixe. Utilizando a tabela que dá os índices de refração do vidro em relação ao ar, para várias cores, calcule o valor de θ , em graus ($\sin 60^\circ = 0,866$ e $\sin 45^\circ = 0,707$).

Cor	Índice de refração
Azul	1,732
Verde	1,643
Amarela	1,350
Vermelha	1,225



4) (Fuvest-SP) Um raio monocromático de luz incide no ponto A de uma das faces de um prisma feito de vidro e imerso no ar. A figura 1 representa apenas o raio incidente I e o raio refratado R num plano normal às faces do prisma, cujas arestas são representadas pelos pontos P, S e T, formando um triângulo equilátero. Os pontos A, B e C também formam um triângulo equilátero e são, respectivamente, eqüidistantes de P e S, S e T, e T e P. Considere os raios E1, E2, E3, E4 e E5, que se afastam do prisma, representados na figura 2:

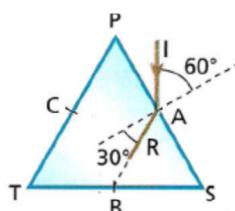


Figura 1

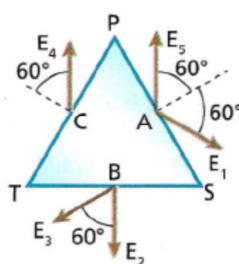


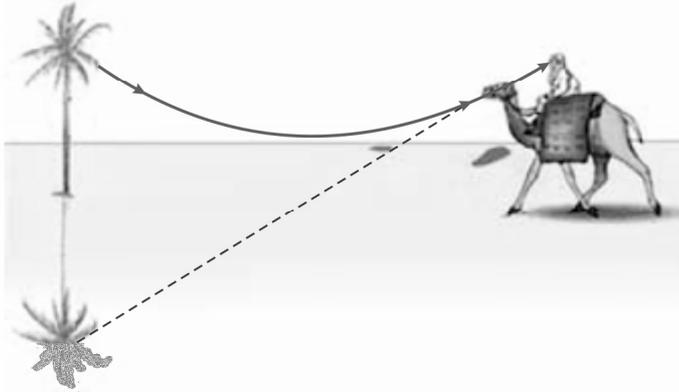
Figura 2

Podemos afirmar que os raios compatíveis com as reflexões e refrações sofridas pelo raio incidente I, no prisma, são:

- a) somente E3
- b) somente E1 e E3
- c) somente E2 e E5
- d) somente E1, E3 e E4
- e) todos

5) (Unesp) 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

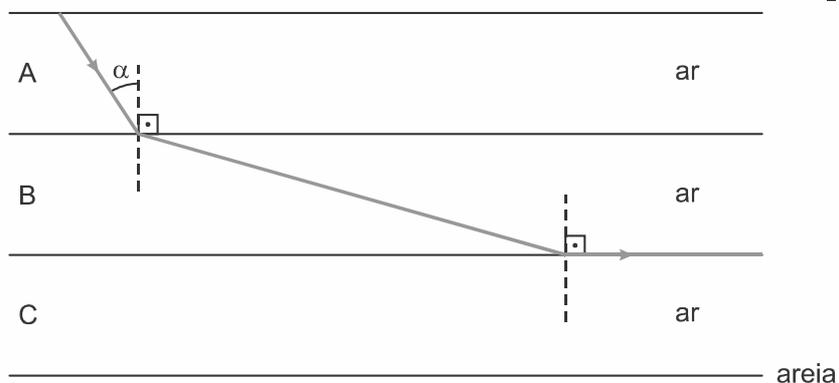


fora de escala

(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

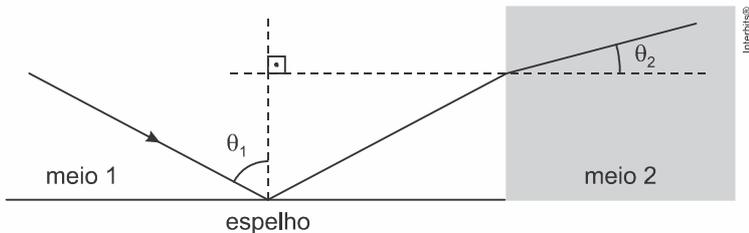


Interbits®

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

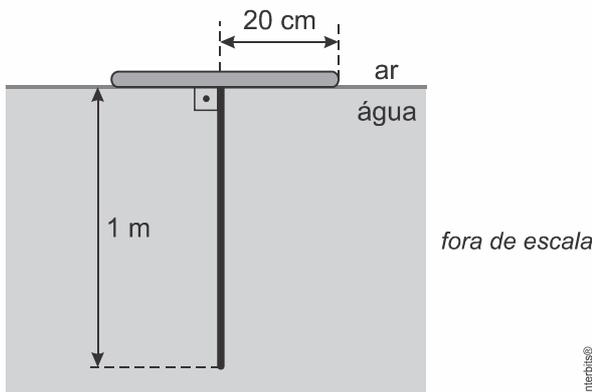
- a) $\frac{n_C}{n_B}$
- b) $\frac{n_A}{n_B}$
- c) $\frac{n_B}{n_A}$
- d) $\frac{n_B}{n_C}$
- e) $\frac{n_C}{n_A}$

6) (Ufpr) Um feixe de luz incide num espelho plano fazendo um ângulo $\theta_1 = 60^\circ$ com a normal ao espelho, propagando-se pelo ar (meio 1). O feixe refletido propaga-se no meio 1 e incide na interface entre o meio 1 e o meio 2, onde sofre refração. O feixe refratado sai com ângulo θ_2 com relação à normal à interface, conforme mostra a figura a seguir. As duas normais são perpendiculares entre si. Sabe-se que o índice de refração do ar vale $n_1 = 1$, que $\sin 30^\circ = \cos 60^\circ = \frac{1}{2}$, que $\sin 60^\circ = \cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e que $\sin \theta_2 = \frac{1}{5}$ e $\cos \theta_2 = \frac{2\sqrt{6}}{5}$. Além disso, a velocidade da luz no meio 1 é $c = 3,0 \times 10^8$ m/s.



Levando em consideração os dados apresentados, determine o valor da velocidade da luz no meio 2.

7) (Unesp) 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.

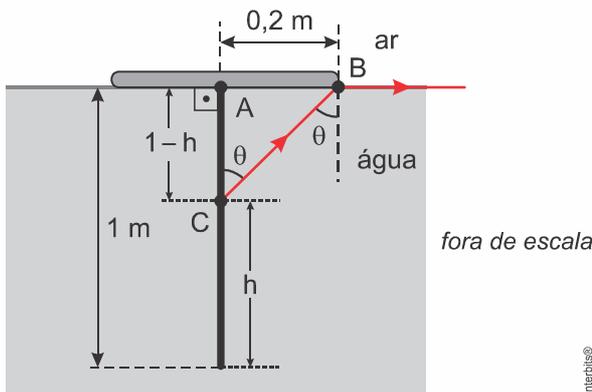
Gabarito:

Nível 3 – 1) D (Em ondulatória vemos que a frequência não muda quando se passa de um meio para o outro, apenas a velocidade de propagação da onda)

2) 15° 3) 15° 4) D 5) E 6) $v_2 = 1,2 \cdot 10^8$ m/s

7) B (desenvolvimento abaixo)

Na figura, o ângulo θ 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:

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

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