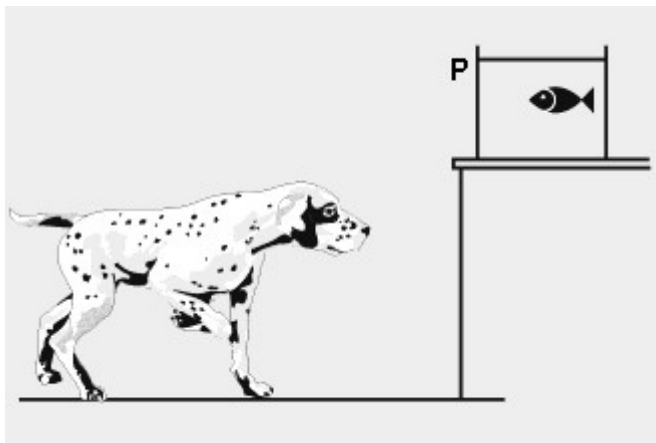


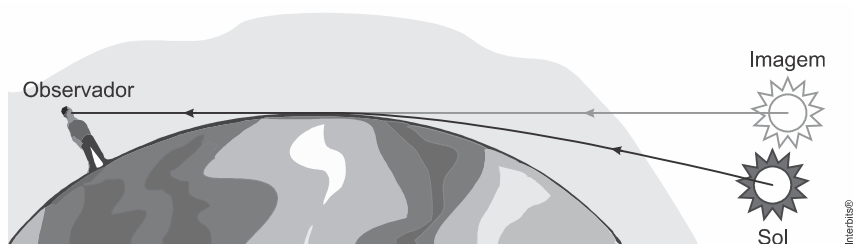
- Nível I: 1, 2, 3, 6, 14, 19, 20 e 21
- Nível II: 7, 9, 10, 12, 15, 17, 22, 24, 25 e 27
- Nível III: 4, 5, 8, 11, 13, 16, 18, 23, 26, 28 e 29

1. (Unirio) Um cão está diante de uma mesa, observando um peixinho dentro do aquário, conforme representado na figura. Ao mesmo tempo, o peixinho também observa o cão. Em relação à parede P do aquário e às distâncias reais, podemos afirmar que as imagens observadas por cada um dos animais obedecem às seguintes relações:



- O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais distante do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais próximo da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão mais próximo do aquário.
- O cão observa o olho do peixinho mais distante da parede P, enquanto o peixinho observa o olho do cão também mais distante do aquário.
- O cão e o peixinho observam o olho um do outro, em relação à parede P, em distâncias iguais às distâncias reais que eles ocupam na figura.

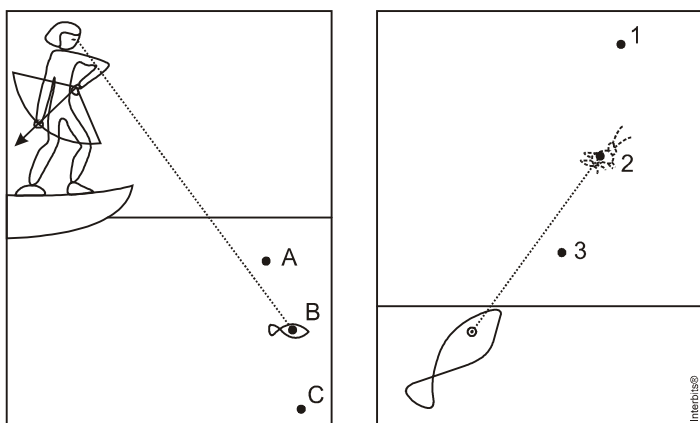
2. (Enem (Libras) 2017) No Hemisfério Sul, o solstício de verão (momento em que os raios solares incidem verticalmente sobre quem se encontra sobre o Trópico de Capricórnio) ocorre no dia 21 ou 23 de dezembro. Nessa data, o dia tem o maior período de presença de luz solar. A figura mostra a trajetórias da luz solar nas proximidades do planeta Terra quando ocorre o fenômeno óptico que possibilita que o Sol seja visto por mais tempo pelo observador.



Qual é o fenômeno óptico 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.

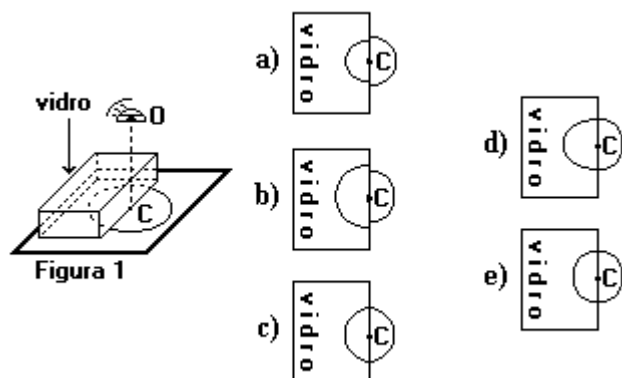
3. (Ufpa 2011) Os índios amazônicos comumente pescam com arco e flecha. Já na Ásia e na Austrália, o peixe arqueiro captura insetos, os quais ele derruba sobre a água, acertando-os com jatos disparados de sua boca. Em ambos os casos a presa e o caçador encontram-se em meios diferentes. As figuras abaixo mostram qual é a posição da imagem da presa, conforme vista pelo caçador, em cada situação.



Identifique, em cada caso, em qual dos pontos mostrados, o caçador deve fazer pontaria para maximizar suas chances de acertar a presa.

- a) Homem em A; peixe arqueiro em 1
- b) Homem em A; peixe arqueiro em 3
- c) Homem em B; peixe arqueiro em 2
- d) Homem em C; peixe arqueiro em 1
- e) Homem em C; peixe arqueiro em 3

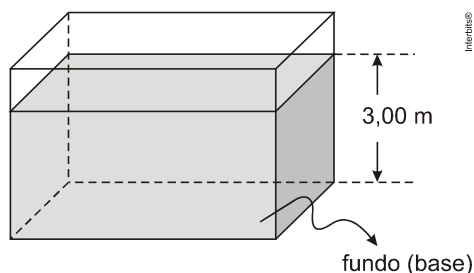
4. (Fuvest) Numa folha de papel num plano horizontal, está desenhado um círculo de centro C. Sobre a folha é colocada uma placa grossa de vidro, cobrindo metade do círculo. A figura 1, a seguir mostra uma pessoa olhando para o círculo, com seu olho no eixo vertical OC. A alternativa que melhor representa o que a pessoa enxerga é:



5. (Fuvest) Um pássaro sobrevoa em linha reta e a baixa altitude uma piscina em cujo fundo se encontra uma pedra. Podemos afirmar que

- a) com a piscina cheia o pássaro poderá ver a pedra durante um intervalo de tempo maior do que se a piscina estivesse vazia.
- b) com a piscina cheia ou vazia o pássaro poderá ver a pedra durante o mesmo intervalo de tempo.
- c) o pássaro somente poderá ver a pedra enquanto estiver voando sobre a superfície da água.
- d) o pássaro, ao passar sobre a piscina, verá a pedra numa posição mais profunda do que aquela em que ela realmente se encontra.
- e) o pássaro nunca poderá ver a pedra.

6. (Mackenzie 2014) Certa piscina contém água, de índice de refração absoluto igual a $\frac{4}{3}$, e sua base se encontra 3,00 m abaixo da superfície livre.



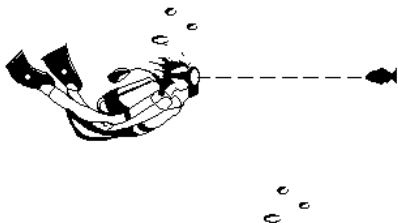
Quando uma pessoa, na beira da piscina, olha perpendicularmente para seu fundo (base), terá a impressão de vê-lo

Dado: Índice de refração absoluto do ar $n = 1$

- 2,25 m mais próximo, em relação à profundidade real.
- 1,33 m mais próximo, em relação à profundidade real.
- 0,75 m mais próximo, em relação à profundidade real.
- 1,33 m mais distante, em relação à profundidade real.
- 0,75 m mais distante, em relação à profundidade real.

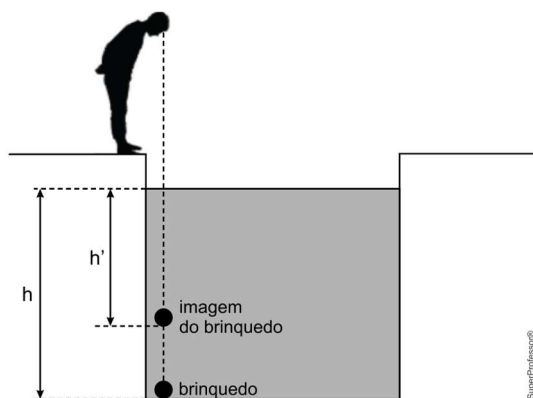
7. (Ufrj) Temos dificuldade em enxergar com nitidez debaixo da água porque os índices de refração da córnea e das demais estruturas do olho são muito próximos do índice de refração da água ($n_{\text{água}} = \frac{4}{3}$). Por isso usamos

máscaras de mergulho, o que interpõe uma pequena camada de ar ($n_{\text{ar}}=1$) entre a água e o olho. Um peixe está a uma distância de 2,0m de um mergulhador. Suponha o vidro da máscara plano e de espessura desprezível.



Calcule a que distância o mergulhador vê a imagem do peixe. Lembre-se que para ângulos pequenos $\text{sen}(a) > \text{tan}(a)$.

8. (Fgv 2022) Para observar um brinquedo caído dentro de uma piscina, um garoto se aproxima da borda de modo que, ao olhar para dentro da água, vê a imagem do brinquedo de uma posição pouco inclinada em relação à vertical que passa por ele. Dessa posição, o garoto percebe que, de seu ponto de vista, a profundidade aparente do brinquedo (h') é menor do que a profundidade real (h).

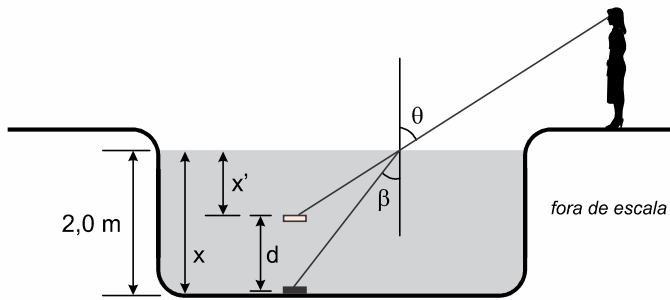


Adotando $n_{\text{Ar}} = 1$, o valor aproximado do índice de refração absoluto da água da piscina é

- $\frac{2 \cdot h}{h'}$
- $\frac{\sqrt{2} \cdot h}{h'}$
- $\frac{h'}{h}$
- $\frac{\sqrt{2} \cdot h'}{2 \cdot h}$
- $\frac{h}{h'}$

9. (Famerp 2018) 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.

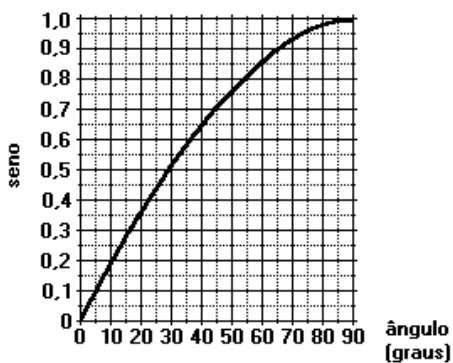
Considere os índices de refração absolutos do ar e da água iguais a 1,0 e $\frac{4}{3}$, respectivamente.



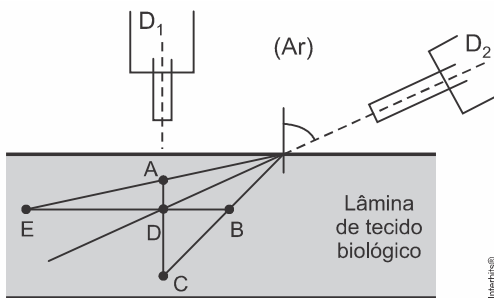
- Considerando $\text{sen}\theta = 0,80$, qual o valor do seno do ângulo β ?
- Determine a quantos centímetros acima da posição real a pessoa vê a imagem da moeda.

10. (Unicamp) Um mergulhador, dentro do mar, vê a imagem do Sol nascendo numa direção que forma um ângulo agudo (ou seja, menor que 90°) com a vertical.

- Faça um desenho esquemática mostrando um raio de luz vindo do Sol ao nascer e o raio refratado. Represente também a posição aparente do Sol para o mergulhador.
- Sendo $n = 1,33 \approx \frac{4}{3}$ o índice de refração da água do mar, use o gráfico a seguir para calcular aproximadamente o ângulo entre o raio refratado e a vertical.



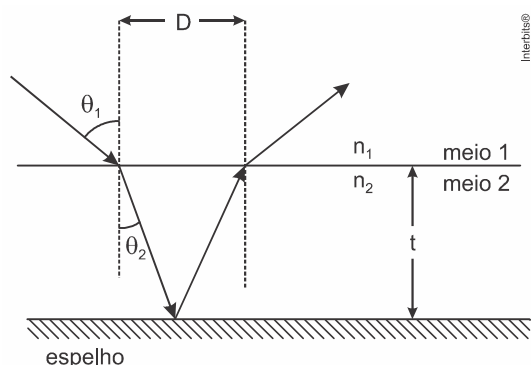
11. (Fuvest) Dois sistemas óticos, D_1 e D_2 , são utilizados para analisar uma lâmina de tecido biológico a partir de direções diferentes. Em uma análise, a luz fluorescente, emitida por um indicador incorporado a uma pequena estrutura, presente no tecido, é captada, simultaneamente, pelos dois sistemas, ao longo das direções tracejadas. Levando-se em conta o desvio da luz pela refração, dentre as posições indicadas, aquela que poderia corresponder à localização real dessa estrutura no tecido é:



Suponha que o tecido biológico seja transparente à luz e tenha índice de refração uniforme, semelhante ao da água.

- A
- B
- C
- D
- E

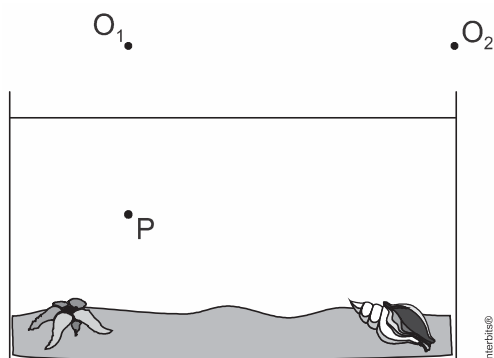
12. (Ufpr 2015) Dependendo das condições do ambiente onde os espelhos devem ser utilizados, eles são fabricados com um material transparente recobrendo a superfície espelhada, com o objetivo de protegê-la. Isto aumenta a vida útil do espelho, mas introduz um deslocamento no ponto onde a luz refletida emerge, se comparado a um espelho não recoberto. A figura abaixo representa o caminho percorrido por um raio luminoso monocromático ao incidir sobre um espelho recoberto superficialmente por um material transparente com espessura $T = 2\text{mm}$ e índice de refração n_2 . O meio 1 é o ar, com índice de refração $n_1 = 1$ e o meio 2 possui índice de refração $n_2 = \sqrt{2}$. Na situação mostrada na figura, $\theta_1 = 45^\circ$.



Considere $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$, $\sin 30^\circ = \frac{1}{2}$ e $\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

Utilizando estes dados, calcule a distância D entre a entrada do raio luminoso no meio 2 e sua saída, assim como está indicada na figura.

13. (Unifesp) Na figura, P representa um peixinho no interior de um aquário a 13 cm de profundidade em relação à superfície da água. Um garoto vê esse peixinho através da superfície livre do aquário, olhando de duas posições: O_1 e O_2 .

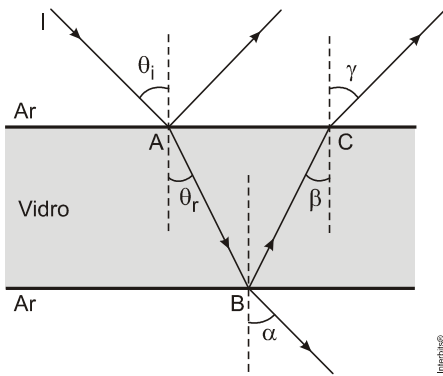


Sendo $n_{\text{água}} = 1,3$ o índice de refração da água, pode-se afirmar que o garoto vê o peixinho a uma profundidade de

- 10 cm, de ambas as posições.
- 17 cm, de ambas as posições.
- 10 cm em O_1 e 17 cm em O_2 .
- 10 cm em O_1 e a uma profundidade maior que 10 cm em O_2 .
- 10 cm em O_1 e a uma profundidade menor que 10 cm em O_2 .

14. (Ufrgs) Na figura a seguir, um feixe de luz monocromática I, proveniente do ar, incide sobre uma placa de vidro de faces planas e paralelas, sofrendo reflexões e refrações em ambas as faces da placa.

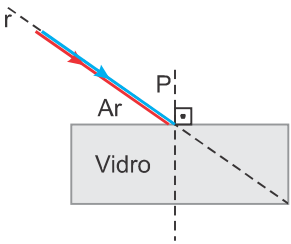
Na figura, θ_i representa o ângulo formado pela direção do feixe incidente com a normal à superfície no ponto A, e θ_r representa o ângulo formado pela direção da parte refratada desse feixe com a normal no mesmo ponto A.



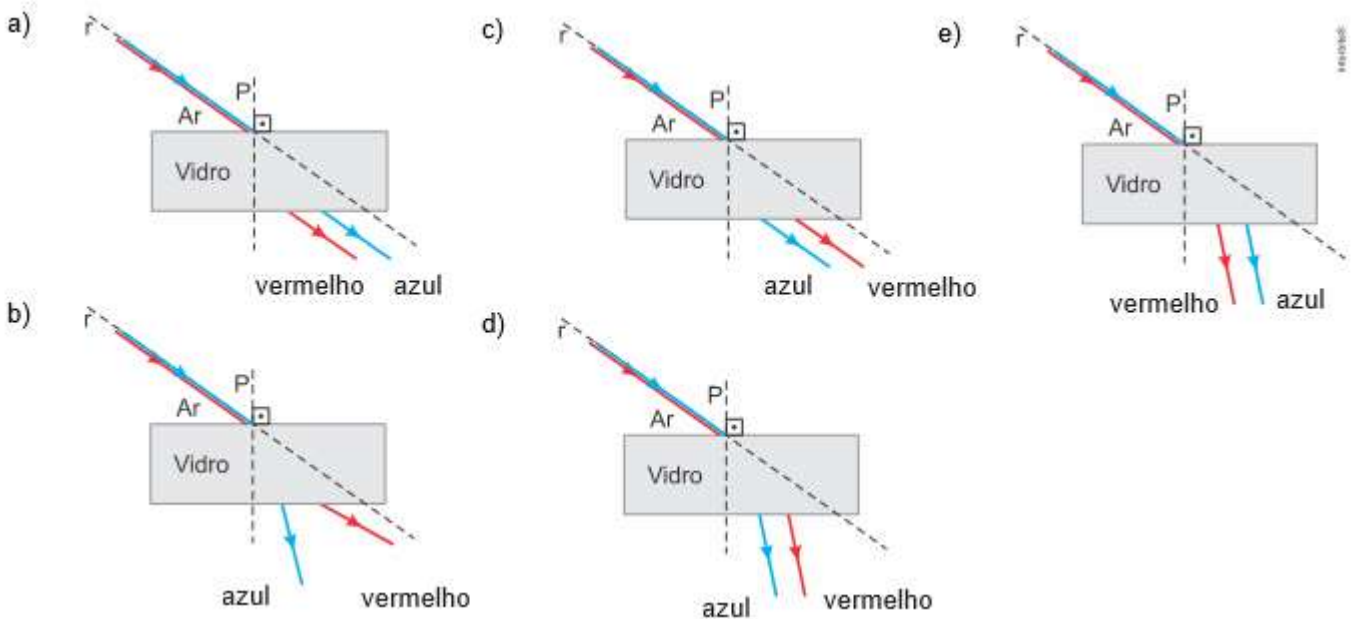
Pode-se afirmar que os ângulos α , β e γ definidos na figura são, pela ordem, iguais a

- a) θ_i , θ_r e θ_i . b) θ_i , θ_i e θ_r . c) θ_r , θ_i e θ_r . d) θ_r , θ_r e θ_i . e) θ_r , θ_i e θ_i .

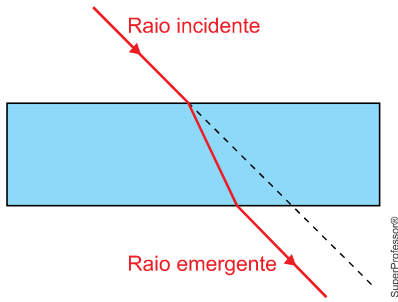
15. (Unesp 2021) A figura representa um feixe formado por dois raios de luz monocromática, um azul e um vermelho, que se propagam juntos pelo ar em uma direção definida pela reta r e incidem, no ponto P, sobre uma lâmina de faces paralelas constituída de vidro homogêneo e transparente.



Após atravessarem a lâmina, os dois raios de luz emergem separados e voltam a se propagar pelo ar. Sendo n_A e n_V os índices de refração absolutos do vidro para as cores azul e vermelha, respectivamente, e sabendo que $n_A > n_V$, a figura que melhor representa a propagação desses raios pelo ar após emergirem da lâmina de vidro é:



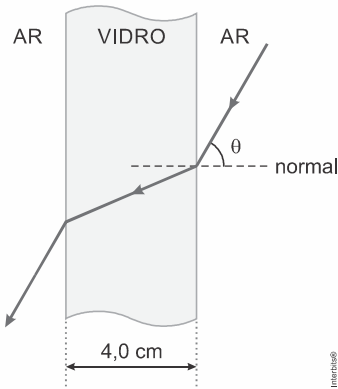
16. (Famerp 2023) A figura mostra a trajetória de um raio de luz monocromática ao atravessar uma lâmina de faces paralelas imersa em um meio homogêneo e transparente, sendo que o raio emergente é paralelo ao raio incidente.



Considerando os vidros de uma janela como lâminas de faces paralelas, ao se observar um objeto através desses vidros, vê-se que o objeto aparenta estar

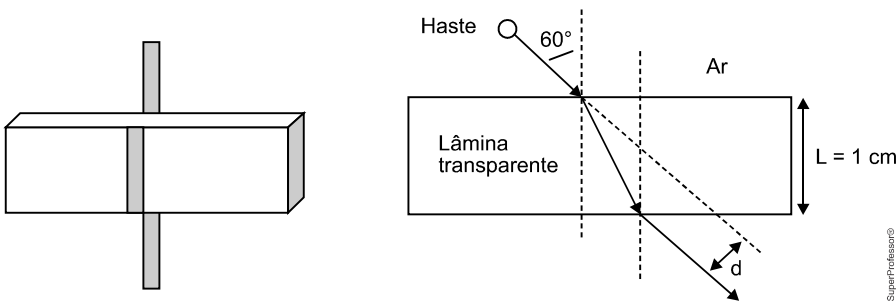
- a) deslocado de sua posição original e com menor tamanho.
- b) deslocado de sua posição original e com mesmo tamanho.
- c) em sua posição original e com menor tamanho.
- d) em sua posição original e com maior tamanho.
- e) deslocado de sua posição original e com maior tamanho.

17. (Ufrj) Um raio luminoso proveniente do ar atravessa uma placa de vidro de 4,0 cm de espessura e índice de refração 1,5.



Sabendo que o ângulo de incidência θ do raio luminoso é tal que $\text{sen}\theta = 0,90$ e que o índice de refração do ar é 1,0, calcule a distância que a luz percorre ao atravessar a placa.

18. (Fcmmg 2022) Quando observamos uma haste vertical por meio de uma lâmina de vidro, tem-se a impressão que a haste partiu e a vemos deslocada de sua posição, como na figura da esquerda. Para explicar esse fato, observa-se a lâmina de faces paralelas imersas no ar, vista de cima, como na figura da direita.



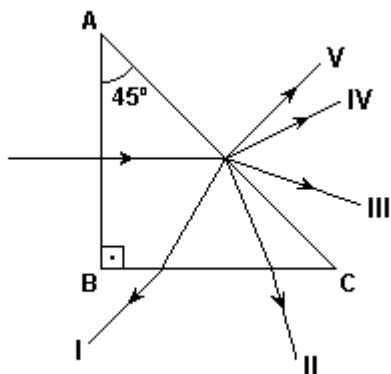
Um raio de luz sai da haste e penetra na lâmina transparente de largura (L) de 1 cm sob um ângulo de 60° , como representado na figura. Ao deixar a face paralela, o raio é desviado de uma distância (d) em relação a direção do raio incidente inicial.

Sabe-se que $\text{sen } 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ que $\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$

Considerando o índice de refração do ar igual a 1 e o da lâmina transparente igual a $\sqrt{3}$, o valor de d será igual a:

- a) $\frac{\sqrt{3}}{3}$ cm.
- b) $\frac{\sqrt{3}}{2}$ cm.
- c) $\frac{1}{2}$ cm.
- d) $\frac{1}{3}$ cm.

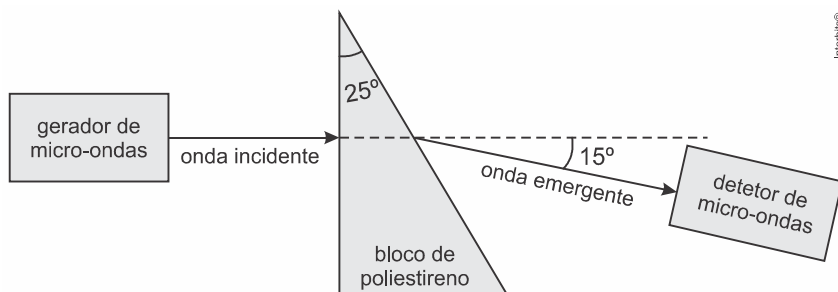
19. (Unesp) Um prisma de vidro imerso em água, com a face AB perpendicular à face BC, e a face AC com uma inclinação de 45° em relação a AB, é utilizado para desviar um feixe de luz monocromático. O feixe penetra perpendicularmente à face AB, incidindo na face AC com ângulo de incidência de 45° . O ângulo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



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

- I.
- IV.
- II.
- V.
- III.

20. (Fuvest 2017) Em uma aula de laboratório de física, utilizando-se o arranjo experimental esquematizado na figura, foi medido o índice de refração de um material sintético chamado poliestireno. Nessa experiência, radiação eletromagnética, proveniente de um gerador de micro-ondas, propaga-se no ar e incide perpendicularmente em um dos lados de um bloco de poliestireno, cuja seção reta é um triângulo retângulo, que tem um dos ângulos medindo 25° , conforme a figura. Um detetor de micro-ondas indica que a radiação eletromagnética sai do bloco propagando-se no ar em uma direção que forma um ângulo de 15° com a de incidência.



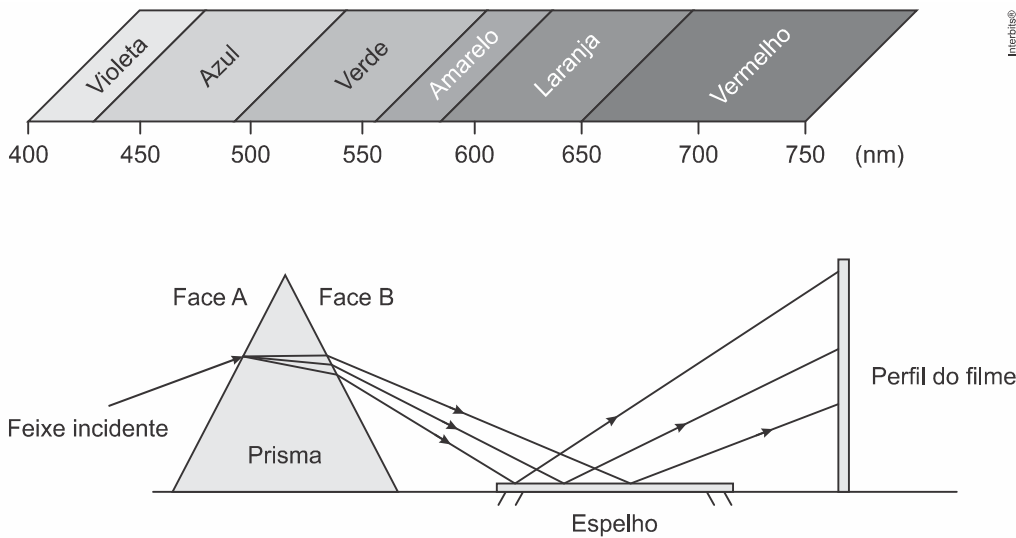
A partir desse resultado, conclui-se que o índice de refração do poliestireno em relação ao ar para essa micro-onda é, aproximadamente,

Note e adote:

- índice de refração do ar: 1,0
- $\text{sen } 15^\circ \approx 0,3$
- $\text{sen } 25^\circ \approx 0,4$
- $\text{sen } 40^\circ \approx 0,6$

- 1,3
- 1,5
- 1,7
- 2,0
- 2,2

21. (Enem 2018) 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, constatam-se as seguintes cores:

- a) Vermelha, verde, azul.
- b) Verde, vermelha, azul.
- c) Azul, verde, vermelha.
- d) Verde, azul, vermelha.
- e) Azul, vermelha, verde.

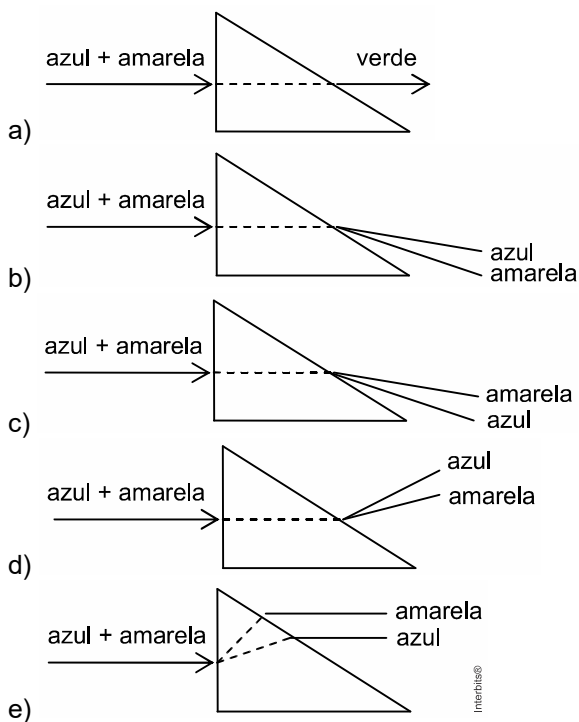
22. (Fgvjr 2015) Um feixe de luz composto pelas cores azul e amarela incide perpendicularmente a uma das faces de um prisma de vidro. A figura que melhor pode representar o fenômeno da luz atravessando o prisma é

Dados:

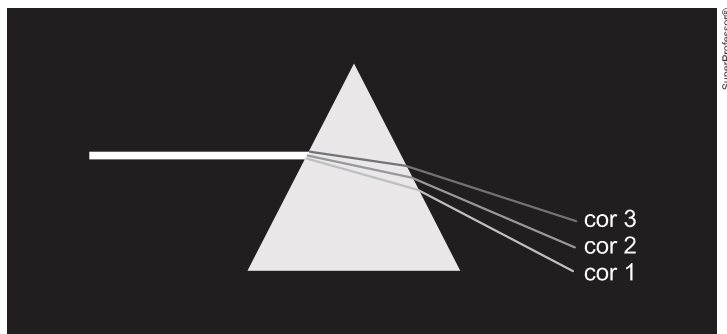
índice de refração da luz amarela no vidro do prisma = 1,515;

índice de refração da luz azul no vidro do prisma = 1,528;

índice de refração da luz de qualquer frequência no ar = 1.



23. (Fuvest 2023) A figura ilustra de maneira simplificada o fenômeno da dispersão da luz branca ao incidir sobre um prisma de vidro a partir do ar, mostrando apenas raios refratados correspondentes a três cores diferentes. Um fenômeno análogo é responsável pelo aparecimento do arco-íris após uma chuva.



Na base do fenômeno da dispersão está a refração de raios luminosos quando incidem sobre uma interface que separa dois meios físicos distintos. A descrição matemática da refração é feita pela lei de Snell, conforme apresentada a seguir:

$$n_{i,\lambda} \text{ sen}\theta_i = n_{r,\lambda} \text{ sen}\theta_r$$

em que:

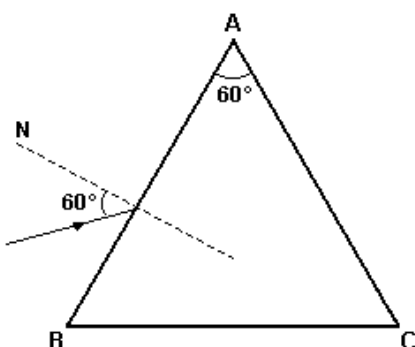
- $n_{i,\lambda}$ é o índice de refração da luz de comprimento de onda λ no meio incidente,
- θ_i é o ângulo que o raio incidente faz com a reta normal à interface,
- $n_{r,\lambda}$ é o índice de refração da mesma luz no meio refratado e
- θ_r é o ângulo que o raio refratado faz com a reta normal à interface.

O índice de refração do ar pode ser tomado como igual a 1 para qualquer comprimento de onda. Com base nessas informações, a relação correta entre os índices de refração dos raios das cores 1 (n_1), 2 (n_2) e 3 (n_3) no vidro é dada por:

Note e adote: A função seno é crescente quando θ está entre 0 e 90 graus.

- a) $n_1 = n_2 = n_3 > 1$ b) $n_1 > n_2 > n_3 > 1$ c) $1 < n_1 < n_2 < n_3$ d) $n_1 < n_2 < n_3 < 1$ e) $1 > n_1 > n_2 > n_3$

24. (Ufal) Um prisma de vidro, cujo índice de refração absoluto para a luz monocromática amarela é $\sqrt{3}$, possui ângulo de refração 60° e está imerso no ar, cujo índice de refração absoluto para a referida luz é 1. Um raio de luz monocromática amarela incide numa das faces do prisma sob ângulo de 60° , conforme mostra a figura.



Dados:

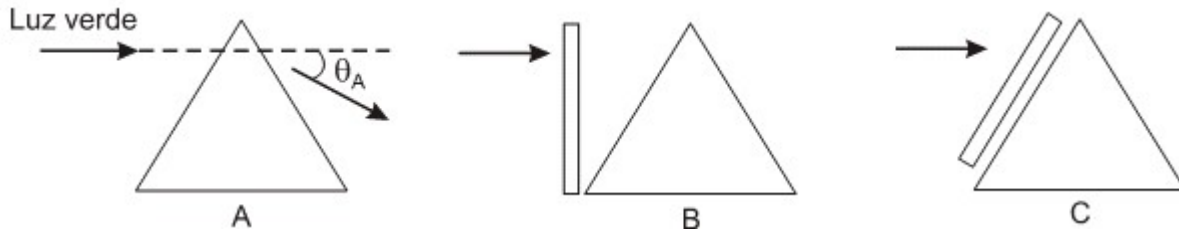
$$\text{sen } 30^\circ = \frac{1}{2}$$

$$\text{sen } 45^\circ = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

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

Calcule o ângulo de emergência do referido raio de luz na outra face do prisma.

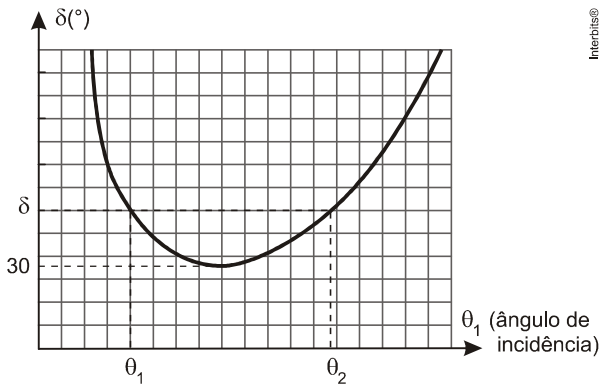
25. (Fuvest 2014) Um prisma triangular desvia um feixe de luz verde de um ângulo θ_A , em relação à direção de incidência, como ilustra a figura A, abaixo.



Se uma placa plana, do mesmo material do prisma, for colocada entre a fonte de luz e o prisma, nas posições mostradas nas figuras B e C, a luz, ao sair do prisma, será desviada, respectivamente, de ângulos θ_B e θ_C , em relação à direção de incidência indicada pela seta. Os desvios angulares serão tais que

- a) $\theta_A = \theta_B = \theta_C$ b) $\theta_A > \theta_B > \theta_C$ c) $\theta_A < \theta_B < \theta_C$ d) $\theta_A = \theta_B > \theta_C$ e) $\theta_A = \theta_B < \theta_C$

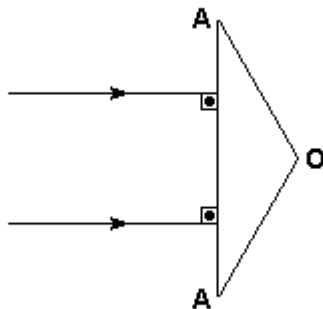
26. (Unesp) A figura representa o gráfico do desvio (δ) sofrido por um raio de luz monocromática que atravessa um prisma de vidro imerso no ar, de ângulo de refração $A = 50^\circ$, em função do ângulo de incidência θ_1 .



É dada a relação $(\delta) = \theta_1 + \theta_2 - A$, em que θ_1 e θ_2 são, respectivamente, os ângulos de incidência e de emergência do raio de luz ao atravessar o prisma (pelo princípio da reversibilidade dos raios de luz, é indiferente qual desses ângulos é de incidência ou de emergência, por isso há no gráfico dois ângulos de incidência para o mesmo desvio δ).

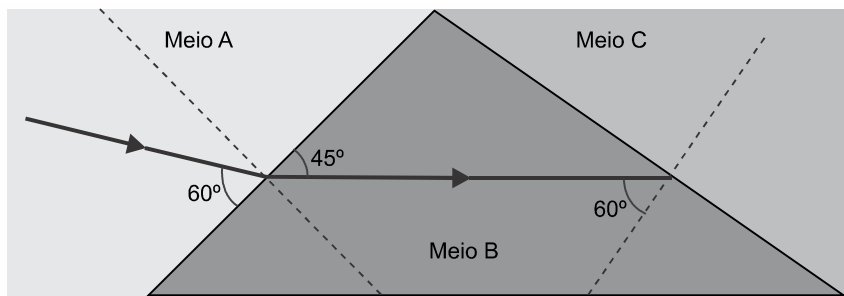
Determine os ângulos de incidência (θ_1) e de emergência (θ_2) do prisma na situação de desvio mínimo, em que $\delta_{\text{mín}} = 30^\circ$.

27. (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° . Considere dois raios de luz incidentes perpendiculares à face maior.



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

28. (Famerp 2020) A figura mostra um raio de luz monocromática que se propaga por um meio A, incide na superfície de separação desse meio com um meio B, a atravessa e passa a se propagar pelo meio B. Em seguida, incide na superfície de separação entre o meio B e um meio C. As linhas tracejadas indicam as retas normais às superfícies de separação dos meios, nos pontos de incidência do raio de luz.



Os índices de refração absolutos dos meios B e C valem, respectivamente, $n_B = 2,00$ e $n_C = 1,50$. Considere $\sin 30^\circ = 0,50$, $\sin 45^\circ = 0,71$, $\sin 49^\circ = 0,75$ e $\sin 60^\circ = 0,87$.

- Calcule o índice de refração absoluto do meio A.
- Determine o que ocorre com o raio de luz após atingir a superfície de separação entre o meio B e o meio C. Justifique sua resposta.

29. (Uepg 2018) Um raio de luz incide com um ângulo de 45° com a normal à face de prisma cuja seção principal é um triângulo equilátero. Considerando que o meio onde o prisma se encontra é o ar e que o desvio do raio de luz ao atravessar o prisma corresponde ao valor mínimo, assinale o que for correto.

- O ângulo, em relação à normal, com que o raio emerge do prisma é 60° .
- O desvio sofrido pelo raio de luz ao atravessar o prisma é 30° .
- O índice de refração do prisma vale $\sqrt{2}$.
- O ângulo de refração do raio de luz na primeira face do prisma é 15° .
- O ângulo de refringência do prisma é 30° .

Bagarito

- Resposta da questão 1: [A]
 Resposta da questão 2: [A]
 Resposta da questão 3: [E]
 Resposta da questão 4: [B]
 Resposta da questão 5: [A]
 Resposta da questão 6: [C]
 Resposta da questão 7: 1,5 m
 Resposta da questão 8: [E]
 Resposta da questão 9: a) 0,6 b) 0,875 m
 Resposta da questão 10: a) pesquisar na internet b) aprox. 50°
 Resposta da questão 11: [C]
 Resposta da questão 12: aprox. 2,31 mm
 Resposta da questão 13: [E]
 Resposta da questão 14: [A]
 Resposta da questão 15: [C]
 Resposta da questão 16: [B]
 Resposta da questão 17: 5 cm
 Resposta da questão 18: [A]
 Resposta da questão 19: [E]
 Resposta da questão 20: [B]
 Resposta da questão 21: [A]
 Resposta da questão 22: [C]
 Resposta da questão 23: [B]
 Resposta da questão 24: $i_2 = 60^\circ$
 Resposta da questão 25: [A]
 Resposta da questão 26: 40°
 Resposta da questão 27: a) 45° b) $n > 2$
 Resposta da questão 28: a) 2,84 b) reflexão total
 Resposta da questão 29: $02 + 04 = 06$.