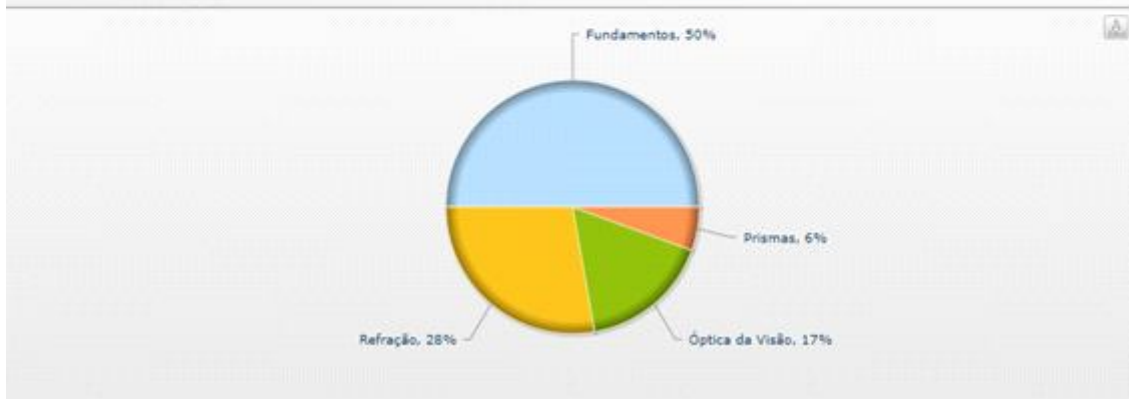
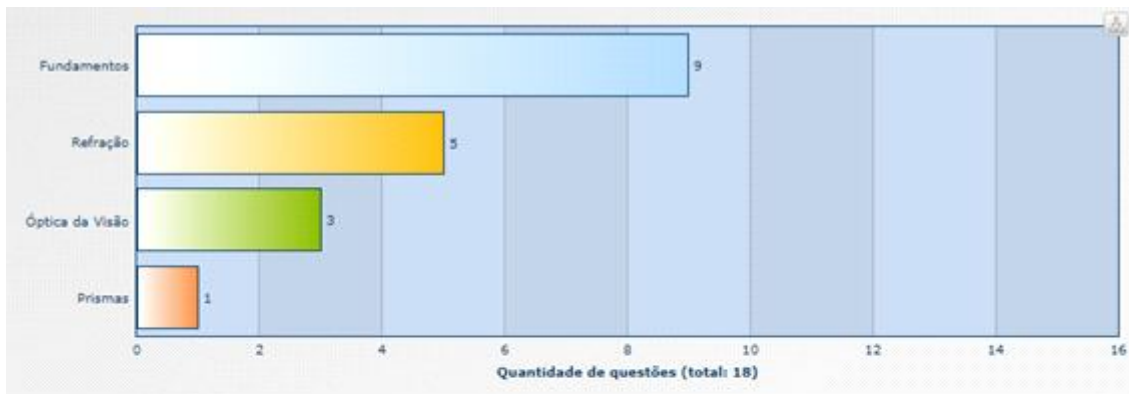


CADERNO
M5B2

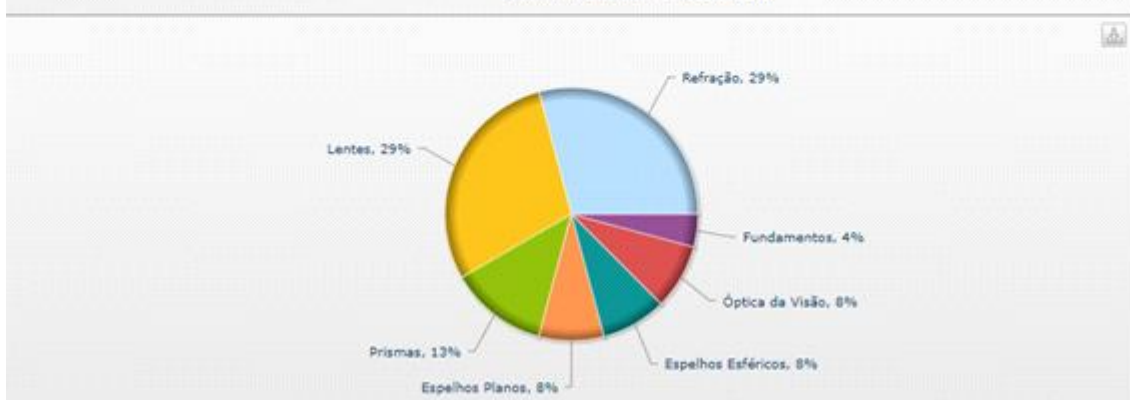
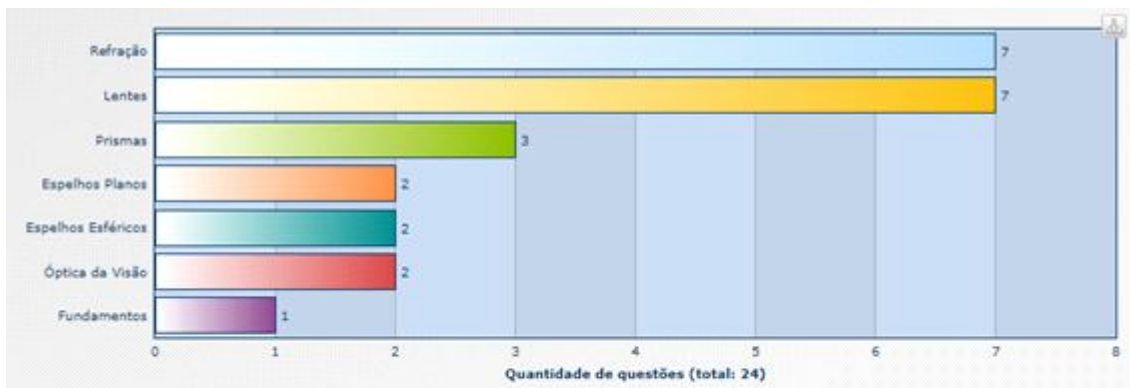
refração e optica da visão



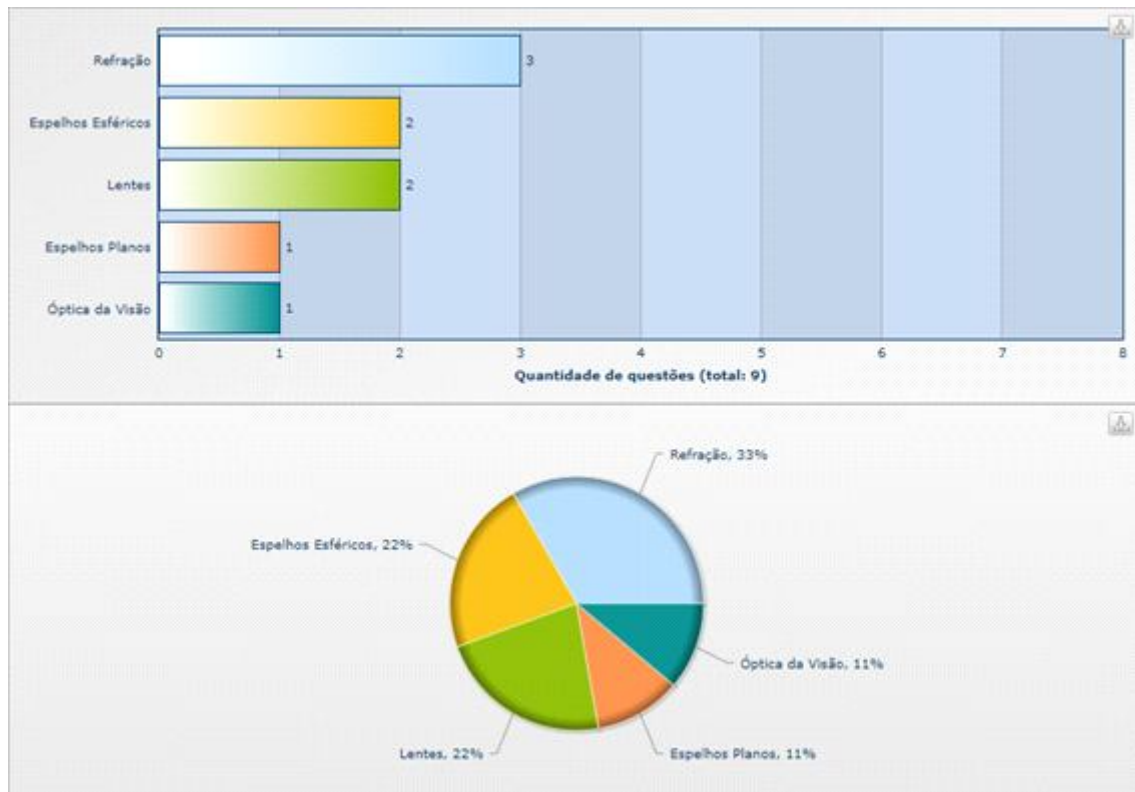
ENEM



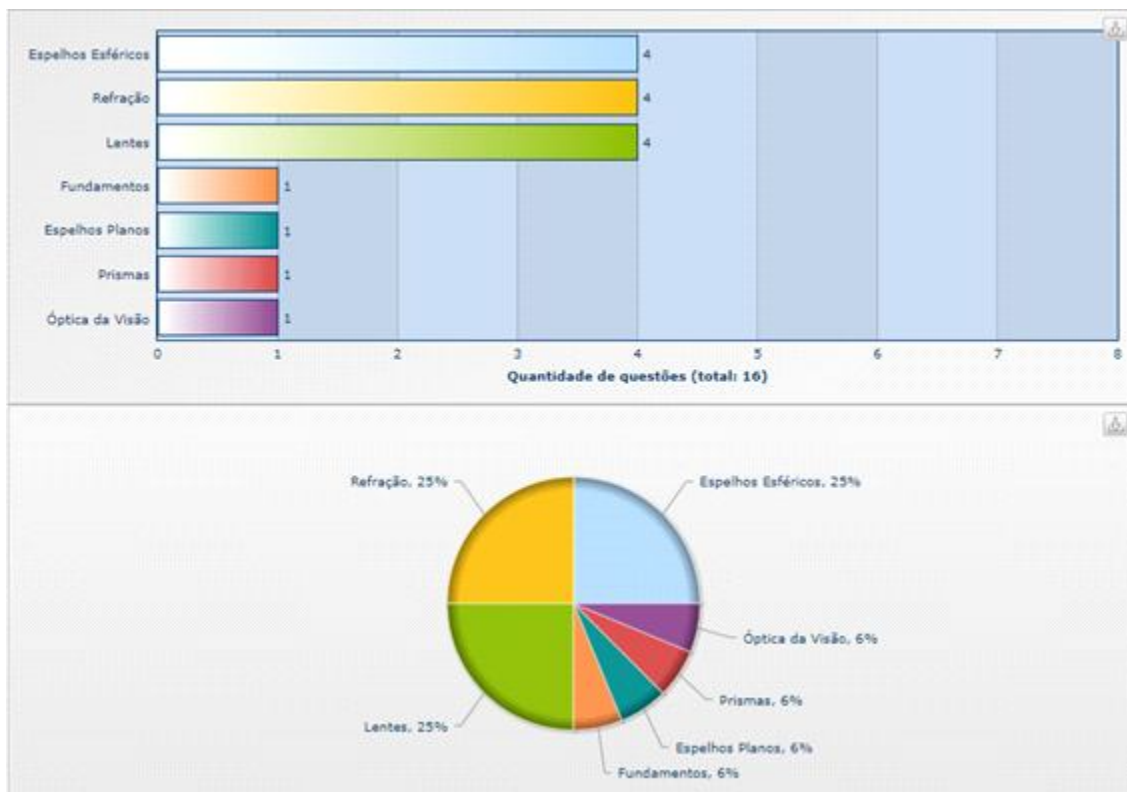
FUVEST



EsPCEx



UNICAMP



M5B2 – REFRAÇÃO E ÓPTICA DA VISÃO

Concentrando mais de 80% dos conteúdos de óptica exigidos nos vestibulares, refração e óptica da visão tem papel essencial na composição dos resultados das provas de física.

Por definição, refração é a passagem da luz de um meio para o outro. Neste contexto, inúmeros sistemas e fenômenos devem ser explicados a partir da refração. É importante notar ainda que o meio pelo qual a luz se propaga exerce papel importante no entendimento do conceito. Em virtude disso, é definido o índice de refração (absoluto e relativo), essencial numa das mais importantes equações estudadas em física no ensino médio: a lei de Snell.

Os fenômenos associados à refração são abundantes e não podem ser esgotados em apenas um caderno de questões. Contudo, observa-se a recorrência de alguns deles, os quais devem ter sua estrutura geral compreendida. São eles: arco-íris, fibra óptica, miragem, fata morgana e posição aparente do Sol. Sobretudo no Enem, estes fenômenos possuem especial relevância.

O estudo das lentes esféricas, bem como as condições analíticas da imagem formam possivelmente o conjunto de assuntos mais complexas em refração. No Enem, estes temas possuem relevância inferior aos conceitos básicos e fenômenos. O mesmo não se pode dizer acerca das provas discursivas das universidades paulistas e institutos militares, tais como a ESPCEX. Nestes locais, problemas envolvendo a construção das imagens em lentes e seu estudo analítico possuem frequência mais elevada.

O último dos assuntos tratados neste caderno é a óptica da visão, a qual possui considerável recorrência na prova do Enem. Já nas provas de universidades paulistas e institutos militares, este assunto possui recorrência baixa. De todo modo, o conteúdo de óptica da visão é curto, sendo necessário entender a estrutura geral do olho humano e as ametropias.

PRÉ-REQUISITOS

Problemas envolvendo refração da luz podem exigir atenção e habilidade com geometria plana. É essencial também ler atentamente os enunciados em problemas que tratem do estudo analítico da imagem. Neles, certos aspectos que determinam os sinais das grandezas podem passar despercebidos.

Envidamos nossos melhores esforços para localizar e indicar adequadamente os créditos dos textos e imagens presentes nesta obra didática. No entanto, colocamos à disposição para avaliação de eventuais irregularidades ou omissões de crédito e consequente correção nas próximas edições.

As imagens e os textos constantes nesta obra que, eventualmente, reproduzam algum tipo de material de publicidade ou propaganda, ou a ele façam alusão, são aplicados para fins didáticos e não representam recomendação ou incentivo de consumo.

SIMULADO DE DIAGNÓSTICO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **30 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 30 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

Ao pescar com arco e flecha, um índio aprendeu com sua experiência que não deve lançar sua arma na direção do peixe. Considerando que a "normal" é a reta que forma com a superfície um ângulo de 90° , para que o índio atinja seu alvo ele deve lançar a flecha:

- A Um pouco mais abaixo da imagem que ele está vendo, pois o raio de luz que emerge da água se afasta da "normal", dando a impressão de que o peixe está mais próximo da superfície.
- B Um pouco mais acima da imagem que ele está vendo, pois o raio de luz que emerge da água se afasta da "normal", dando a impressão de que o peixe está mais próximo da superfície.
- C Um pouco mais abaixo da imagem que ele está vendo, pois o raio de luz que emerge da água se aproxima da "normal", dando a impressão de que o peixe está mais longe da superfície.
- D Um pouco mais acima da imagem que ele está vendo, pois o raio de luz que emerge da água se aproxima da "normal", dando a impressão de que o peixe está mais longe da superfície.

QUESTÃO 02

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.

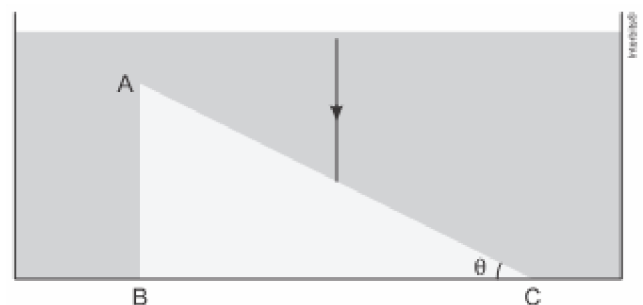


A explicação adequada para o fenômeno está na seguinte afirmação:

- 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 03

A figura mostra um raio de luz monocromática que incide na face AC de um prisma de vidro que se encontra mergulhado na água. A direção do raio incidente é perpendicular à face BC do prisma.



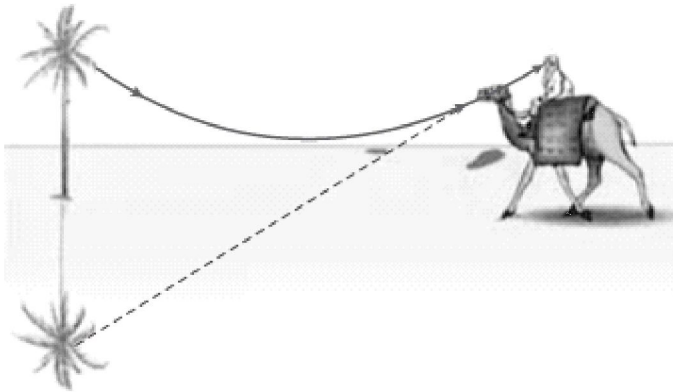
Os índices de refração absolutos do vidro e da água, para a frequência da luz do raio incidente, valem, respectivamente, **1,50** e **1,33**. Ao incidir na superfície AC do prisma, o raio de luz sofrerá

- A reflexão total, pois está se propagando do meio de menor para o de maior índice de refração.
- B reflexão total se o ângulo θ for maior do que o ângulo limite para o par de meios água-vidro.
- C reflexão total se o ângulo θ for menor do que o ângulo limite para o par de meios água-vidro.
- D refração, pois a direção de propagação do raio é perpendicular à face oposta à de incidência.
- E refração, pois está se propagando do meio de menor para o de maior índice de refração.

QUESTÃO 04

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

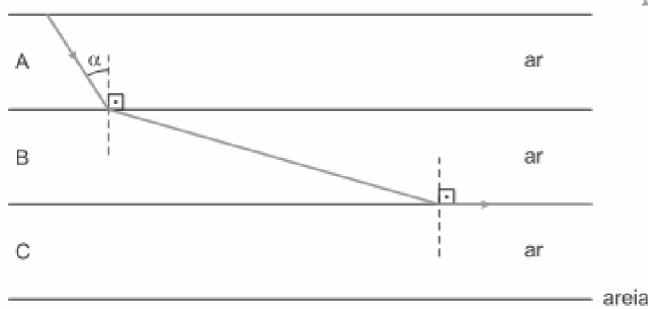


fora de escala

(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 rasantemente na interface entre as camadas de ar B e C.

Figura 2



Sabendo que nesse esquema as linhas que delimitam as camadas de ar são paralelas entre si, que n_A , n_B e n_C são os índices de refração das camadas A, B e C, e sendo α o ângulo de incidência do raio na camada B, o valor de $\text{sen } \alpha$ 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 $\frac{n_C}{n_A}$

QUESTÃO 05



A flor Vitória Régia em um lago amazense calmo

A vitória régia é uma flor da Amazônia que tem forma de círculo. Tentando guardar uma pepita de ouro, um índio a pendurou em um barbante prendendo a outra extremidade bem no centro de uma vitória régia de raio $R = 0,50 \text{ m}$, dentro da água de um lago amazense muito calmo. Considerando-se o índice de refração do ar igual a $1,0$, o da água n_A e o comprimento do barbante, depois de amarrado no centro da flor e solto, 50 cm , pode-se afirmar que o valor de n_A , de modo que, do lado de fora do lago, ninguém consiga ver a pepita de ouro é:

- A 2,0
- B $\sqrt{3}$
- C $\sqrt{2}$
- D 1,0
- E 0,50

QUESTÃO 06

Um lápis está posicionado perpendicularmente ao eixo principal e a 30 cm de distância do centro óptico de uma lente esférica delgada, cuja distância focal é -20 cm . A imagem do lápis é

OBSERVAÇÃO: Utilizar o referencial de Gauss.

- A real e invertida.
- B virtual e aumentada.
- C virtual e reduzida.
- D real e aumentada.
- E real e reduzida.

QUESTÃO 07

Com relação aos fenômenos da Óptica Geométrica, analise as afirmativas a seguir.

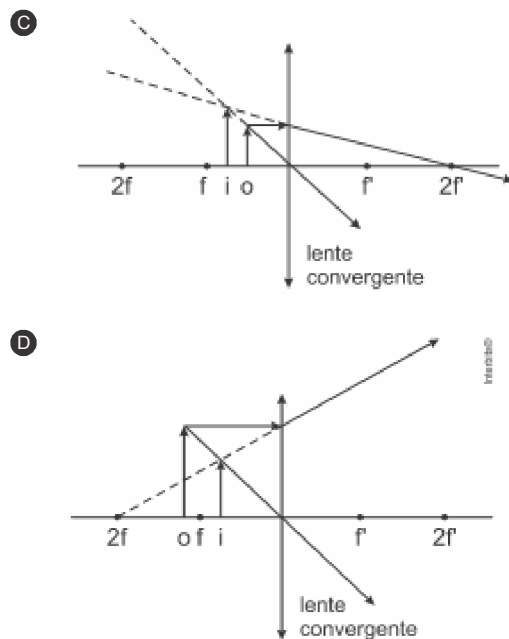
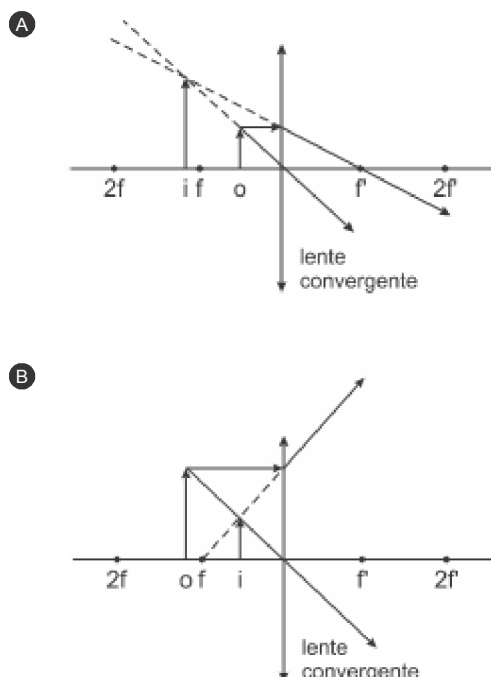
- I. Uma lupa consiste em uma lente esférica convergente que permite o aumento da visualização de um objeto, porém, quando a posicionamos muito distante do objeto, proporciona uma imagem invertida.
- II. Um objeto colocado diante de uma associação de dois espelhos planos, com as suas superfícies refletoras fazendo um ângulo de 60° , produz a visualização de 5 imagens.
- III. Um objeto situado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente conjuga uma imagem real, invertida e maior que o objeto.
- IV. Um objeto posicionado sobre o centro de curvatura de um espelho côncavo produz uma imagem virtual, direita e de mesmo tamanho.
- V. Um objeto colocado diante de um espelho convexo conjuga uma imagem virtual, direita e de menor tamanho.

Estão CORRETAS, apenas, as afirmativas

- A II, III e IV.
- B I, II e V.
- C III, IV e V.
- D I, II e IV.
- E I, III e V.

QUESTÃO 08

A lupa é um instrumento óptico simples formado por **uma única lente convergente**. Ela é usada desde a Antiguidade para observar pequenos objetos e detalhes de superfícies. A imagem formada pela lupa é direta e virtual. Qual figura abaixo representa corretamente o traçado dos raios luminosos principais provenientes de um determinado ponto de um objeto observado por uma lupa? Nessas figuras, (f) e (f') representam os pontos focais, (o) o objeto e (i) a imagem.



QUESTÃO 09

A maioria das pessoas fica com a visão embaçada ao abrir os olhos debaixo d'água. Mas há uma exceção: o povo moken, que habita a costa da Tailândia. Essa característica se deve principalmente à adaptabilidade do olho e à plasticidade do cérebro, o que significa que você também, com algum treinamento, poderia enxergar relativamente bem debaixo d'água. Estudos mostraram que as pupilas de olhos de indivíduos moken sofrem redução significativa debaixo d'água, o que faz com que os raios luminosos incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila.

GISLÉN, A. et al. Visual Training Improves Underwater Vision in Children. *Vision Research*, n. 46, 2006 (adaptado).

A acuidade visual associada à redução das pupilas é fisicamente explicada pela diminuição

- A da intensidade luminosa incidente na retina.
- B da difração dos feixes luminosos que atravessam a pupila.
- C da intensidade dos feixes luminosos em uma direção por polarização.
- D do desvio dos feixes luminosos refratados no interior do olho.
- E das reflexões dos feixes luminosos no interior do olho.

QUESTÃO 10

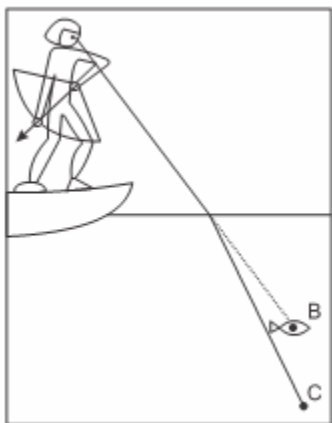
As cirurgias corretivas a *laser* para a visão estão cada vez mais eficientes. A técnica corretiva mais moderna é baseada na extração de um pequeno filamento da córnea, modificando a sua curvatura. No caso de uma cirurgia para correção de miopia, o procedimento é feito para deixar a córnea mais plana. Assinale a alternativa que explica corretamente o processo de correção da miopia.

- A Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma antes da retina e a cirurgia visa a aumentar a distância focal da lente efetiva do olho.
- B Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma depois da retina e a cirurgia visa a aumentar a distância focal da lente efetiva do olho.
- C Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma depois da retina e a cirurgia visa a diminuir a distância focal da lente efetiva do olho.
- D Na miopia, a imagem do ponto remoto se forma antes da retina e a cirurgia visa a diminuir a distância focal da lente efetiva do olho.

RASCUNHO

Gabarito do simulado de diagnóstico:

1. [A]



O peixe está em C, mas devido à refração o índio a vê em B. Por isso ele deve mirar sua flecha um pouco mais abaixo da posição onde parece estar o peixe.

2. [D]

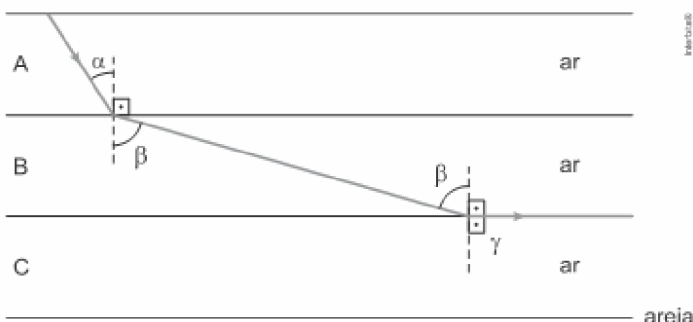
A frequência do feixe de luz não muda quando há mudança de meio com índices de refração diferentes, porém velocidade de propagação e comprimento de onda variam, sendo diretamente proporcionais entre si. Caso os índices de refração dos meios em que a luz atravessa fossem iguais, não veríamos desvios no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

3. [E]

Para que ocorra reflexão total, é necessário que o raio de luz parta do meio mais refringente em direção ao menos refringente. Como, para a situação dada, o raio provém da água – cujo índice de refração é menor que o do vidro – em direção ao vidro, ocorrerá refração.

4. [E]

Os ângulos de refração estão dispostos no diagrama a seguir a partir da figura 2:



Usando a relação de Snell para as duas interfaces de ar:

Para a interface A/B :

$$n_A \cdot \text{sen} \alpha = n_B \cdot \text{sen} \beta$$

$$\text{sen} \alpha = \frac{n_B}{n_A} \cdot \text{sen} \beta \quad (1)$$

Para a interface B/C :

$$n_B \cdot \text{sen} \beta = n_C \cdot \text{sen} \gamma$$

$$\text{sen} \beta = \frac{n_C}{n_B} \cdot \text{sen} \gamma$$

Mas, $\text{sen} \gamma = \text{sen} 90^\circ = 1$

$$\text{sen} \beta = \frac{n_C}{n_B} \quad (2)$$

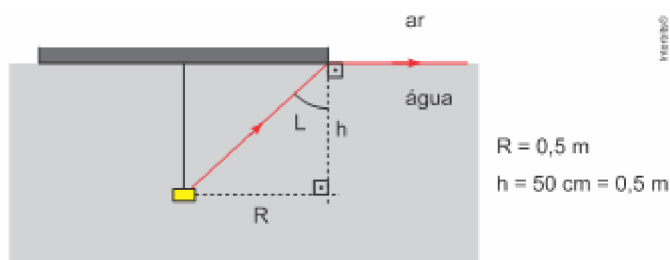
Substituindo a equação (2) na equação (1), temos:

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

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

5. [C]

A figura ilustra a situação descrita.



O ângulo de incidência deve ser o ângulo limite e o ângulo de refração deve ser reto.

$$\text{tg} L = \frac{R}{h} = \frac{0,5}{0,5} = 1 \Rightarrow \underline{L = 45^\circ}$$

Aplicando a lei de Snell:

$$n_A \text{sen} L = n_{\text{ar}} \text{sen} 90^\circ \Rightarrow n_A \text{sen} 45^\circ = 1 \Rightarrow n_A = \frac{2}{\sqrt{2}} \Rightarrow \boxed{n_A = \sqrt{2}}$$

6. [C]

Aplicando a equação de Gauss, obtemos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow -\frac{1}{20} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{p'} = -\frac{1}{20} - \frac{1}{30} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow \frac{1}{p'} = \frac{-3-2}{60} \Rightarrow \frac{1}{p'} = -\frac{5}{60} \Rightarrow p' = -12 \text{ cm}$$

Pela equação do aumento linear:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow A = -\frac{-12}{30} = \frac{2}{5}$$

Portanto, como $p < 0$ e $A < 1$, podemos concluir que a imagem é virtual e reduzida.

7. [B]

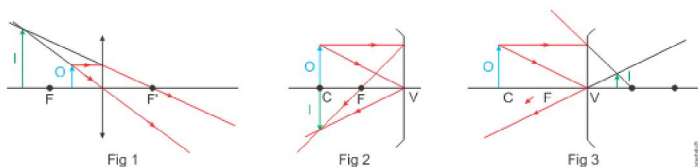
[I] **Correta.** É estranho esse muito distante, mas quando o objeto real encontra-se além do foco objeto a imagem é invertida.

[II] **Correta.** $n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \Rightarrow n = \frac{360^\circ}{60^\circ} - 1 \Rightarrow \boxed{n = 5}$

[III] **Incorreta.** Um objeto situado entre o foco e o centro óptico de uma lente convergente conjuga uma imagem **virtual, direita** e maior que o objeto (Fig 1).

[IV] **Incorreta.** Um objeto posicionado sobre o centro de curvatura de um espelho côncavo produz uma imagem **real, invertida** e de mesmo tamanho (Fig 2).

[V] **Correta.** Um objeto colocado diante de um espelho convexo conjuga uma imagem virtual, direita e de menor tamanho (Fig 3).



8. [A]

Considerando as propriedades de propagação dos raios de luz para uma lente convergente, assim como as características da imagem desejada, a alternativa [A] é a única que apresenta corretamente a situação esquematizada.

9. [D]

A redução da pupila permite que os feixes de luz refratados para o interior dos olhos sejam mais estreitos, e com isso incidam quase paralelamente ao eixo óptico da pupila, possibilitando menores desvios e melhor resolução da imagem.

10. [A]

A miopia consiste na formação da imagem antes da retina, e a sua correção pode se dar com o aumento da distância focal do olho.

RASCUNHO

Seção 1: Índice de refração e fenômenos associados à refração

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
 Igual ou acima de 60%: 40 minutos
 Abaixo de 60%: 50 minutos

QUESTÃO 01

As fibras ópticas podem ser usadas em telecomunicações, quando uma única fibra, da espessura de um fio de cabelo, transmite informação de vídeo equivalente a muitas imagens simultaneamente. Também são largamente aplicadas em medicina, permitindo transmitir luz para visualizar vários órgãos internos, sem cirurgias. Um feixe de luz pode incidir na extremidade de uma fibra óptica de modo que nenhuma ou muito pouca energia luminosa será perdida através das paredes da fibra. O princípio ou fenômeno que explica o funcionamento das fibras ópticas é denominado:

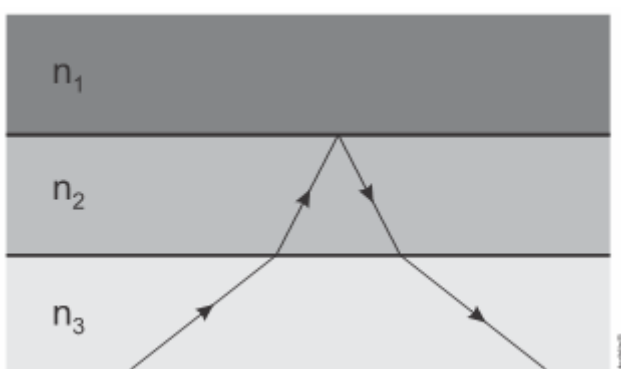
- A reflexão interna total da luz.
- B refração total da luz.
- C independência da velocidade da luz.
- D reflexão especular da luz.
- E dispersão da luz.

QUESTÃO 02

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 03



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

- A $n_2 < n_3 < n_1$
- B $n_1 < n_2 < n_3$
- C $n_3 < n_1 < n_2$
- D $n_1 < n_3 < n_2$
- E $n_2 < n_1 < n_3$

QUESTÃO 04

Em férias no litoral, um estudante faz para um colega as seguintes observações:

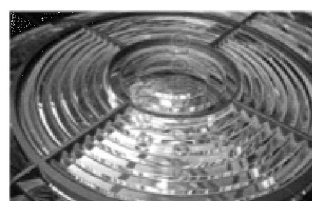
- I. A luz solar consiste de uma onda eletromagnética transversal, não polarizada e policromática.
- II. A partir de um certo horário, toda a luz solar que incide sobre o mar sofre reflexão total.
- III. A brisa marítima é decorrente da diferença entre o calor específico da areia e o da água do mar.

A respeito dessas observações, é correto afirmar que

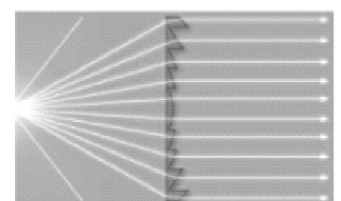
- A todas são verdadeiras.
- B apenas I é falsa.
- C apenas II é falsa.
- D apenas III é falsa.
- E há mais de uma observação falsa.

QUESTÃO 05

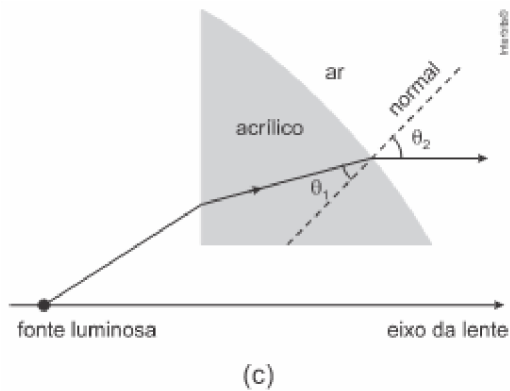
Uma lente de Fresnel é composta por um conjunto de anéis concêntricos com uma das faces plana e a outra inclinada, como mostra a figura (a). Essas lentes, geralmente mais finas que as convencionais, são usadas principalmente para concentrar um feixe luminoso em determinado ponto, ou para colimar a luz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



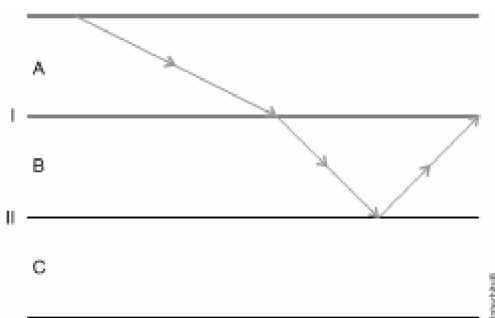
Se $\text{sen}(\theta_1) = 0,5$ e $\text{sen}(\theta_2) = 0,75$, o valor do índice de refração do acrílico é de

- A 1,50.
- B 1,41.
- C 1,25.
- D 0,66.

QUESTÃO 06

São dados os índices de refração absolutos (n) dos seguintes meios ópticos: $n_{\text{ar}} = 1,0$, $n_{\text{água}} = 1,3$, $n_{\text{vidro c}} = 1,5$, $n_{\text{vidro p}} = 1,8$.

Um raio de luz monocromática foi emitido sobre um sistema óptico formado por 3 desses meios, obtendo-se a configuração seguinte. I e II são dióptros planos, que separam os meios A de B e B de C, respectivamente.

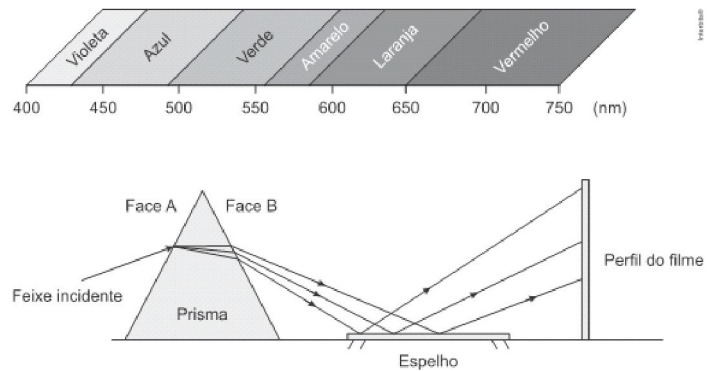


A possível, correta e respectiva relação entre os meios A, B e C é

- A água, vidro p e ar.
- B ar, vidro c e vidro p.
- C água, vidro c e vidro p.
- D vidro c, ar e água.
- E ar, água e vidro p.

QUESTÃO 07

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.



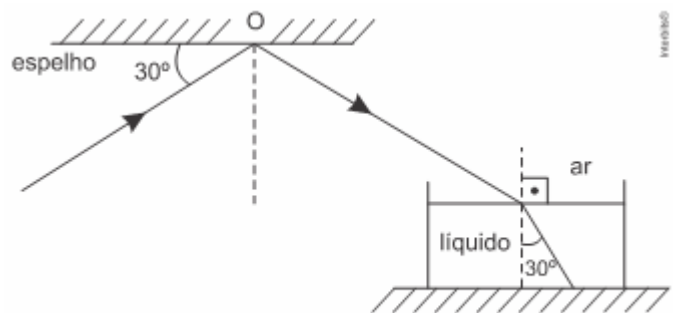
Observando os pontos luminosos revelados no filme, de baixo para cima, constatam-se as seguintes cores:

- A Vermelha, verde, azul.
- B Verde, vermelha, azul.
- C Azul, verde, vermelha.
- D Verde, azul, vermelha.
- E Azul, vermelha, verde.

QUESTÃO 08

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:

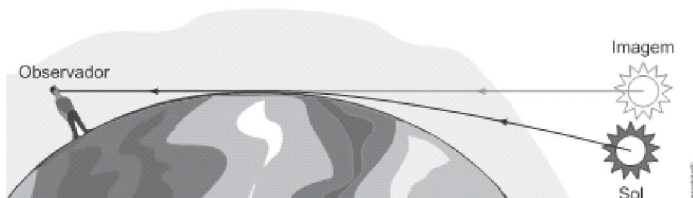
Dados: $\sin 30^\circ = 1/2$ e $\cos 60^\circ = 1/2$; $\sin 60^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$ e

$\cos 30^\circ = \frac{\sqrt{3}}{2}$.

- A $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- B $\frac{\sqrt{3}}{2}$
- C $\sqrt{3}$
- D $\frac{2\sqrt{3}}{3}$
- E $2\sqrt{3}$

QUESTÃO 09

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 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.

QUESTÃO 10

Google irá conectar o Brasil aos EUA com cabo submarino

São Paulo – O Google anunciou que irá usar um cabo submarino para ligar o Brasil aos Estados Unidos. O cabo sairá de Boca Raton, na Flórida, e irá até as cidades de Fortaleza e Santos, esta no litoral de São Paulo.

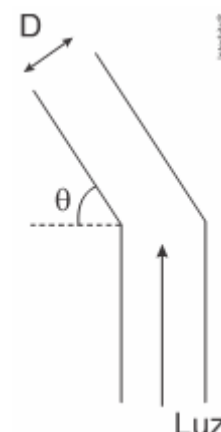
Os cabos submarinos de fibra ótica são os grandes responsáveis pela transmissão de dados ao redor do mundo. De acordo com um especialista, Alan Mauldin, da *Telegeography*, 99% das comunicações internacionais são entregues, graças aos cabos submarinos.

“É uma crença comum que os satélites são o futuro de como as informações serão enviadas, mas esse não tem sido o caso por muito tempo. (...) A principal vantagem dos cabos é que eles são muito mais baratos. Um satélite é limitado e muito mais caro”, afirmou Mauldin à CNN no início deste ano.

Disponível em: <http://exame.abril.com.br/tecnologia/noticias/google-ira-conectar-brasil-aos-eua-com-cabo-submarino>, acessado em: 13 de julho de 2015. (Adaptado).

Antes da instalação de um cabo desse tipo, é necessário fazer um mapeamento do oceano, buscando perigos que possam comprometer o funcionamento do cabo, interrompendo o fluxo de informações. Entre eles, destacam-se materiais de pesca abandonados, riscos de deslizamento, vulcões e abismos.

Determine qual o menor ângulo θ no qual podemos dobrar uma fibra ótica cilíndrica no mar, como se mostra na figura, de forma que o feixe de luz ainda se mantenha dentro dela. Considere que o índice de refração da água do mar e o da fibra ótica são iguais a 1,5 e 3,0, respectivamente.



- A 30°
- B 45°
- C 60°
- D 75°
- E 90°

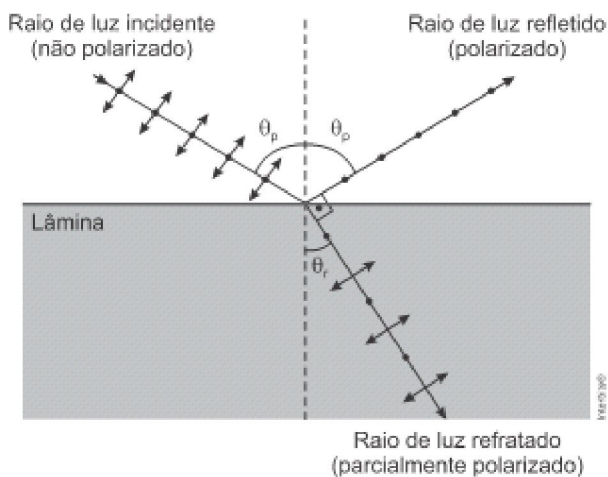
QUESTÃO 11

Um famoso truque de mágica é aquele em que um ilusionista caminha sobre a água de uma piscina, por exemplo, sem afundar. O segredo desse truque é haver, sob a superfície da água da piscina, um suporte feito de acrílico transparente, sobre o qual o mágico se apoia, e que é de difícil detecção pelo público.

- Nessa situação, o acrílico é quase transparente porque
- A) seu índice de refração é muito próximo ao da água da piscina.
 - B) o ângulo da luz incidente sobre ele é igual ao ângulo de reflexão.
 - C) absorve toda a luz do meio externo que nele é incidida.
 - D) refrata toda a luz que vem do fundo da piscina.

QUESTÃO 12

A fotografia feita sob luz polarizada é usada por dermatologistas para diagnósticos. Isso permite ver detalhes da superfície da pele que não são visíveis com o reflexo da luz branca comum. Para se obter luz polarizada, pode-se utilizar a luz transmitida por um polaroide ou a luz refletida por uma superfície na condição de Brewster, como mostra a figura. Nessa situação, o feixe da luz refratada forma um ângulo de 90° com o feixe da luz refletida, fenômeno conhecido como Lei de Brewster. Nesse caso, o ângulo da incidência θ_p , também chamado de ângulo de polarização, e o ângulo de refração θ_r estão em conformidade com a Lei de Snell.



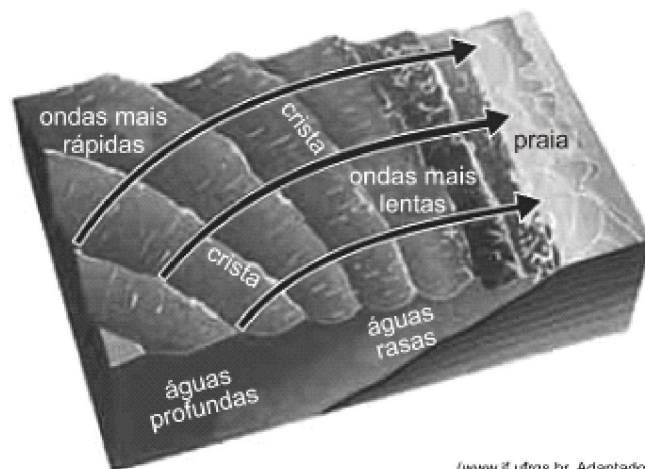
Considere um feixe de luz não polarizada proveniente de um meio com índice de refração igual a 1, que incide sobre uma lâmina e faz um ângulo de refração θ_r de 30° .

Nessa situação, qual deve ser o índice de refração da lâmina para que o feixe refletido seja polarizado?

- A) $\sqrt{3}$
- B) $\frac{\sqrt{3}}{3}$
- C) 2
- D) $\frac{1}{2}$
- E) $\frac{\sqrt{3}}{2}$

QUESTÃO 13

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.

QUESTÃO 14

RASCUNHO

Será que uma miragem ajudou a afundar o Titanic? O fenômeno óptico conhecido como Fata Morgana pode fazer com que uma falsa parede de água apareça sobre o horizonte molhado. Quando as condições são favoráveis, a luz refletida pela água fria pode ser desviada por uma camada incomum de ar quente acima, chegando até o observador, vinda de muitos ângulos diferentes. De acordo com estudos de pesquisadores da Universidade de San Diego, uma Fata Morgana pode ter obscurecido os *icebergs* da visão da tripulação que estava a bordo do Titanic. Dessa forma, a certa distância, o horizonte verdadeiro fica encoberto por uma névoa escurecida, que se parece muito com águas calmas no escuro.

Disponível em: <http://apod.nasa.gov>. Acesso em: 6 set. 2012 (adaptado).

O fenômeno óptico que, segundo os pesquisadores, provoca a Fata Morgana é a

- A ressonância.
- B refração.
- C difração.
- D reflexão.
- E difusão.

Gabarito da seção 1:

1. [A]
Na fibra óptica o material de que é feito a casca é menos refringente do que o material de que é feito o núcleo. Assim, quando o raio de luz que se propaga no interior da fibra atinge a interface entre o núcleo e a casca com ângulo maior do que o limite, ocorre o fenômeno da reflexão interna total.

2. [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:

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

3. [D]
Observando a figura, temos que:
Do meio 3 para o 2, o raio se aproxima da normal, logo:
 $n_2 > n_3$.

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

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

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

Sendo assim: $n_1 < n_3 < n_2$.

4. [C]
[I] Verdadeira. A luz solar é uma onda eletromagnética transversal, cujos campos elétrico e magnético oscilam perpendicularmente à sua direção de propagação em planos diversos, o que implica numa característica de não polarização. E como a luz solar (supostamente branca) é constituída pela junção de várias cores, ela é policromática.

[II] Falsa. Para que ocorra reflexão total, o raio de luz deve partir do meio mais refringente para o menos refringente. Como $n_{ar} < n_{água}$, não ocorre tal fenômeno.

[III] Verdadeira. A diferença entre os calores específicos ($C_{água} > C_{areia}$) dos meios faz com que haja diferença nas temperaturas do ar sobre ambos, assim como em suas densidades, fazendo com que o ar sobre a areia suba e o ar sobre a água do mar se desloque para o continente.

5. [A]
Dado: $n_{ar} = 1$.

Aplicando a lei de Snell:

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

6. [A]
Do meio A para o meio B, o raio de luz se aproximou da normal. Logo: $n_B > n_A$.

No meio B, o raio sofreu reflexão no dióptro II. Logo:
 $n_B > n_C$.

A única alternativa que condiz com as condições determinadas é a [A].

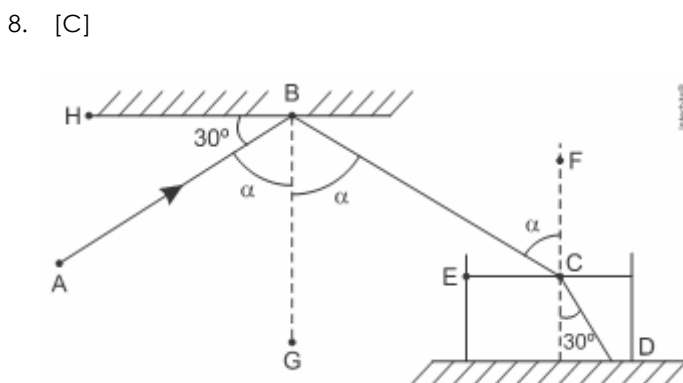
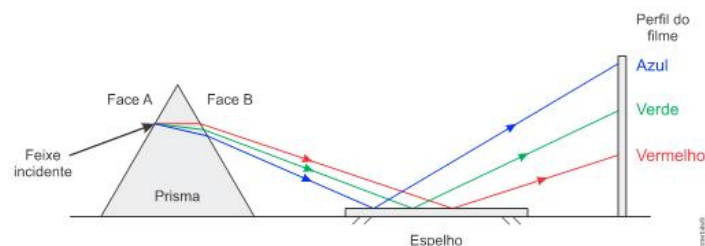
7. [A]
Pela equação $v = \lambda f$, percebemos que a frequência é inversamente proporcional ao comprimento de onda. Logo:

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

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

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.



Pela geometria, pode-se afirmar que:

$$\widehat{HBA} + \widehat{ABG} = 90^\circ$$

Logo,

$$\alpha = \widehat{ABG} = 90^\circ - \widehat{HBA} = 90^\circ - 30^\circ = 60^\circ$$

Quando uma luz incide sobre uma superfície plana reflexiva, o ângulo de incidência é igual ao ângulo de reflexão. Disso se conclui que:

$$\alpha = \widehat{ABG} = \widehat{GBC}$$

Como os segmentos \overline{GB} e \overline{FC} são paralelos e o segmento \overline{BC} é transversal aos dois segmentos anteriores, pode-se afirmar que os ângulos \widehat{GBC} e \widehat{BCF} são alternos internos, do que se conclui que:

$$\widehat{BCF} = \widehat{GBC} = \alpha$$

Aplicando-se a lei de Snell para refração, tem-se que:

$$n_1 \text{sen } \alpha = n_2 \text{sen } 30^\circ$$

Sendo, α o ângulo de incidência sobre a superfície do líquido, o ângulo de refração igual a 30° , n_1 corresponde ao índice de refração do ar e n_2 o índice de refração do líquido.

Substituindo-se os valores dos parâmetros conhecidos na equação da lei de Snell, tem-se que:

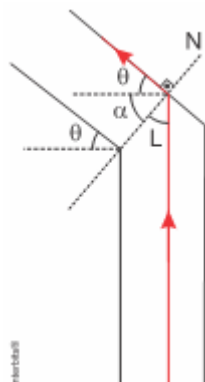
$$1 \times \text{sen } 60^\circ = n_2 \text{sen } 30^\circ$$

$$\frac{\sqrt{3}}{2} = n_2 \frac{1}{2}$$

$$n_2 = \sqrt{3}$$

9. [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.

10. [A]
O ângulo θ deve ser tal que o raio não sofra refração para a água. Ou seja, o ângulo de incidência na superfície da casca deve ser maior que o ângulo limite (L), mostrado na figura.



Pela lei de Snell, calcula-se o valor de L .

$$n_f \text{sen } L = n_a \text{sen } 90^\circ \Rightarrow \text{sen } L = \frac{n_a}{n_f} = \frac{1,5}{3} = \frac{1}{2} \Rightarrow L = 30^\circ.$$

Da figura:

$$\begin{cases} \theta + \alpha = 90^\circ \\ L + \alpha = 90^\circ \end{cases} \Rightarrow \theta = L = 30^\circ.$$

Então, para que o raio não saia da fibra o ângulo θ deve ser maior que 30° .

Assim: $\theta > 30^\circ$.

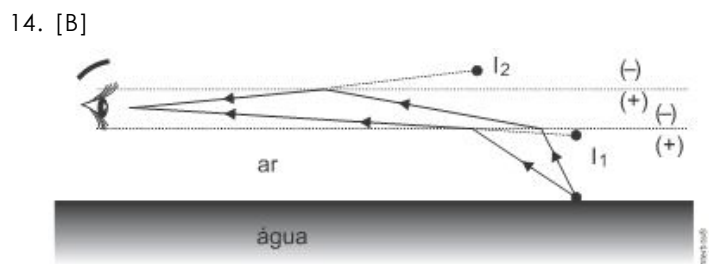
11. [A]
O acrílico possui índice de refração muito próximo ao da água, então, dessa forma, um telespectador é facilmente enganado. Um outro truque é aquele que se mergulha um bastão de vidro em um copo de vidro com glicerina, irá parecer que o bastão desapareceu.

12. [A]
Dados: $n_m = 1$; $\theta_p = 60^\circ$; $\theta_r = 30^\circ$.

Aplicando a Lei de Snell:

$$n_m \text{sen } \theta_p = n_L \text{sen } \theta_r \Rightarrow 1 \text{sen } 60^\circ = n_L \text{sen } 30^\circ \Rightarrow \frac{\sqrt{3}}{2} = n_L \frac{1}{2} \Rightarrow n_L = \sqrt{3}.$$

13. [C]
As ondas estão passando do meio 1 (águas profundas) para o meio 2 (águas rasas). Esse é o fenômeno da refração.



A figura ilustra dois raios que atingem o olho do observador vindos de diferentes direções, provocando duas imagens em diferentes posições, mostrando que o fenômeno óptico da Fata Morgana pode ocorrer por **refração** e por **reflexão** (total), dando margem a duas respostas.

Seção 2: Lentes esféricas

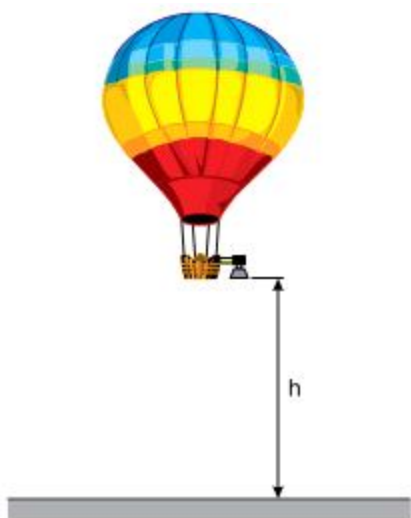
Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico

Igual ou acima de 60%: 25 minutos

Abaixo de 60%: 35 minutos

QUESTÃO 01

Em uma atividade de sensoriamento remoto, para fotografar determinada região da superfície terrestre, foi utilizada uma câmera fotográfica constituída de uma única lente esférica convergente. Essa câmera foi fixada em um balão que se posicionou, em repouso, verticalmente sobre a região a ser fotografada, a uma altura h da superfície.

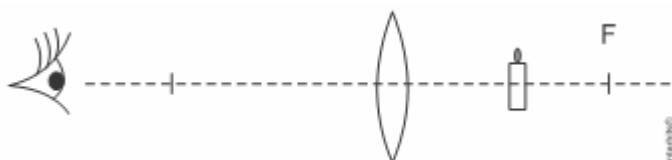


Considerando que, nessa atividade, as dimensões das imagens nas fotografias deveriam ser **5.000** vezes menores do que as dimensões reais na superfície da Terra e sabendo que as imagens dos objetos fotografados se formaram a **20 cm** da lente da câmera, a altura h em que o balão se posicionou foi de

- (A) 1.000 m.
- (B) 5.000 m.
- (C) 2.000 m.
- (D) 3.000 m.
- (E) 4.000 m.

QUESTÃO 02

Uma pessoa observa uma vela através de uma lente de vidro biconvexa, como representado na figura.



Considere que a vela está posicionada entre a lente e o seu ponto focal F . Nesta condição, a imagem observada pela pessoa é

- (A) virtual, invertida e maior.
- (B) virtual, invertida e menor.
- (C) real, direita e menor.
- (D) real, invertida e maior.
- (E) virtual, direita e maior.

QUESTÃO 03

Um professor de física guardou quatro sistemas ópticos (lentes esféricas ou espelhos) em quatro caixas, uma caixa para cada um deles, numeradas de 1 a 4, conforme figuras.



Após mostrar as caixas, forneceu algumas informações sobre os sistemas ópticos contidos nas mesmas, conforme a tabela abaixo.

Sistema óptico dentro da caixa 1	Esse sistema conjuga uma imagem direita e menor de um determinado objeto.
Sistema óptico dentro da caixa 2	A imagem de um objeto, conjugada por esse sistema, é virtual e de mesmo tamanho do objeto.
Sistema óptico dentro da caixa 3	A imagem de um objeto, conjugada por esse sistema, pode ser projetada em um anteparo.
Sistema óptico dentro da caixa 4	Esse sistema pode conjugar uma imagem real e de mesmo tamanho de um determinado objeto.

Assinale a alternativa que contém todas as afirmações corretas.

- I. O sistema óptico dentro da caixa 1 pode ser um espelho convexo ou uma lente divergente.
- II. O sistema óptico dentro da caixa 2 tem seu princípio de funcionamento baseado no fenômeno da refração da luz.
- III. Dentro da caixa 2 temos um espelho plano.
- IV. Dentro da caixa 4 podemos ter uma lente divergente.
- V. As caixas 3 e 4 podem conter o mesmo sistema óptico.

É correto o que se afirma em:

- (A) II – III – IV
- (B) I – II – III
- (C) I – III – V
- (D) I – III – IV

QUESTÃO 04

Um objeto é colocado a **4,0 cm** à esquerda de uma lente convergente de distância focal de **2,0 cm**. Um espelho convexo de raio de curvatura de **4,0 cm** está **10,0 cm** à direita da lente convergente, como mostra a figura abaixo.



Assinale a alternativa que corresponde à posição da imagem final, com relação ao vértice V do espelho.

- A 1,5 cm
- B -1,5 cm
- C -1,3 cm
- D 1,3 cm
- E 3,0 cm

QUESTÃO 05

Um objeto está localizado a **50,00 cm** de uma lente convergente, cuja distância focal é de **15,00 cm**. Com relação à imagem formada pela lente, é correto afirmar que é

- A virtual, direita e maior que o objeto.
- B real, invertida e menor que o objeto.
- C virtual, invertida e menor que o objeto.
- D real, invertida e maior que o objeto.

QUESTÃO 06

Câmeras digitais, como a esquematizada na figura, possuem mecanismos automáticos de focalização.



Em uma câmera digital que utilize uma lente convergente com **20 mm** de distância focal, a distância, em **mm**, entre a lente e o sensor da câmera, quando um objeto a **2 m** estiver corretamente focalizado, é, aproximadamente,

- A 1.
- B 5.
- C 10.
- D 15.
- E 20.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Analise a figura a seguir e responda à(s) questão(ões).



(Rivana Neuenschwander, *Mal-entendido*, casca de ovo, areia, água, vidro e fita mágica, 2000.)

QUESTÃO 07

A observação da figura permite constatar que a parte do ovo submersa aparenta ser maior que aquela que está fora d'água.

Assinale a alternativa que apresenta, corretamente, os princípios físicos que explicam o efeito da ampliação mencionada.

- A O copo funciona como uma lente divergente, sendo que os raios refletidos do ovo passam de um meio menos refringente (água) para um meio mais refringente (ar).
- B O copo funciona como uma lente convergente, sendo que os raios refletidos do ovo passam de um meio mais refringente (água) para um meio menos refringente (ar).
- C O copo funciona como uma lente divergente e, neste caso, para o ovo (objeto real), a lente proporciona ao observador a formação de uma imagem real, invertida e ampliada.
- D O copo funciona como uma lente convergente e, neste caso, para o ovo (objeto real), a lente proporciona ao observador a formação de uma imagem real, direita e ampliada.
- E O copo funciona como uma lente convergente e, neste caso, para o ovo (objeto real), a lente proporciona ao observador a formação de uma imagem virtual, invertida e ampliada.

QUESTÃO 08

Alguns instrumentos óticos são formados por lentes. O instrumento ótico formado por lentes objetiva e ocular é:

- A a lupa.
- B o microscópio.
- C o retroprojeter.
- D o periscópio.

Gabarito da seção 2:

1. [A]
Pelos dados do enunciado, temos:

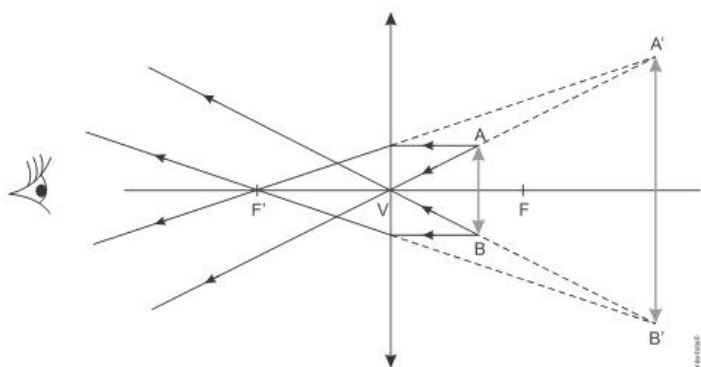
$$A = -\frac{1}{5.000} \text{ e } p' = 20 \text{ cm}$$

Logo:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -\frac{1}{5.000} = -\frac{20}{h}$$

$$\therefore h = 100.000 \text{ cm} = 1.000 \text{ m}$$

2. [E]



Para o objeto localizado entre o foco e o vértice de uma lente convergente, a sua imagem será virtual, direita e maior.

3. [C]
Abaixo, temos um quadro resumo dos principais sistemas ópticos para avaliar as afirmativas apresentadas na questão.

Quadro resumo dos sistemas ópticos:

Sistema óptico	Tipo de imagem	Fenômeno
Espelho Plano	Virtual, direita, igual	Reflexão
Espelho Côncavo	Real, invertida, menor	reflexão
	Real, invertida, igual	
	Real, invertida, maior	
	Virtual, direita, maior	
Espelho Convexo	Virtual, direita, menor	reflexão
Lente Convergente	Real, invertida, menor	refração
	Real, invertida, igual	
	Real, invertida, maior	
	Virtual, direita, maior	
Lente Divergente	Virtual, direita, menor	refração

- [I] Verdadeira.
[II] Falsa. Para que a imagem seja virtual e de mesmo tamanho somente se for um espelho plano, que é baseado no fenômeno da reflexão da luz.
[III] Verdadeira.
[IV] Falsa. Na lente divergente a imagem é de um único tipo: virtual, direita e menor, portanto não pode pertencer ao sistema óptico da caixa 4.
[V] Verdadeira.

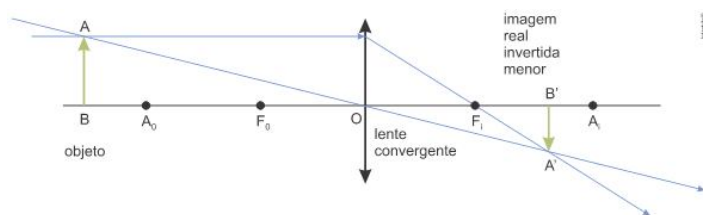
4. [B]
Usando a equação de Gauss para a lente:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{di} + \frac{1}{do} \Rightarrow \frac{1}{2} = \frac{1}{di} + \frac{1}{4} \Rightarrow \frac{1}{di} = \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \therefore di = 4 \text{ cm}$$

Assim, a imagem da lente estará a 6 cm do vértice do espelho, e aplicando a equação de Gauss novamente, agora pra o espelho, temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{di} + \frac{1}{do} \Rightarrow \frac{1}{-2} = \frac{1}{di} + \frac{1}{6} \Rightarrow \frac{1}{di} = -\frac{1}{2} - \frac{1}{6} \therefore di = -1,5 \text{ cm}$$

5. [B]
No caso, para um objeto além do ponto antiprincipal objeto, a imagem em lente convergente será real, invertida e menor que o objeto, de acordo com o esquema abaixo.



6. [E]
Dados: $f = 20 \text{ mm}$; $p = 2 \text{ m} = 2.000 \text{ mm}$.

A distância entre a lente e o sensor da câmera é p' .
Da equação dos pontos conjugados:

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} \Rightarrow p' = \frac{pf}{p-f} = \frac{2.000 \times 20}{2.000 - 20} = \frac{40.000}{1.980} = \frac{4.000}{198} = 20,02 \text{ mm} \Rightarrow p' \approx 20 \text{ mm.}$$

Nota: os cálculos poderiam ser dispensados, pois a distância do objeto à lente é muito maior que a distância focal ($p \gg f$). Nesse caso, a imagem forma-se, praticamente, sobre o foco.

7. [B]
Os raios de luz que passam pela superfície imersa do ovo passam de um meio mais refringente (água) para o ar (menos refringente) ocorrendo um afastamento do raio refratado da normal à superfície do copo que funciona como uma lente convergente, aumentando a imagem vista. A lente não poderia ser divergente, pois a mesma produz imagem menor.
8. [B]
O instrumento descrito é o microscópio, cuja parte óptica é constituída de duas lentes convergentes, a objetiva (próxima ao objeto) e a ocular (com a qual observamos a imagem fornecida pela objetiva).

A lupa e o retroprojeto são formados por apenas uma lente convergente, enquanto que o periscópio é constituído por dois espelhos planos.

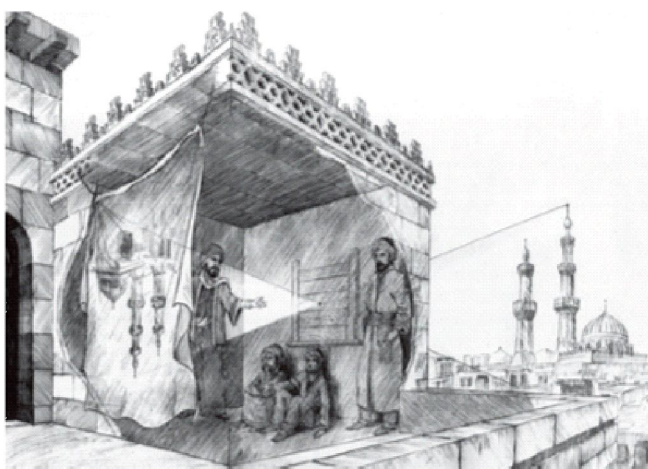
Seção 3: Óptica da visão

Tempo ideal conforme resultado no simulado de diagnóstico
Iguar ou acima de 60%: 25 minutos

Abaixo de 60%: 35 minutos

QUESTÃO 01

Entre os anos de 1028 e 1038, Alhazen (Ibn al-Haytham; 965-1040 d.C.) escreveu sua principal obra, o *Livro da Óptica*, que, com base em experimentos, explicava o funcionamento da visão e outros aspectos da ótica, por exemplo, o funcionamento da câmara escura. O livro foi traduzido e incorporado aos conhecimentos científicos ocidentais pelos europeus. Na figura, retirada dessa obra, é representada a imagem invertida de edificações em tecido utilizado como anteparo.



Zewail, A. H. Micrographia of twenty-first century: from camera obscura to 4D microscopy. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, v. 368, 2010 (adaptado)

Se fizermos uma analogia entre a ilustração e o olho humano, o tecido corresponde ao(à)

- A íris
- B retina
- C pupila
- D córnea
- E cristalino

QUESTÃO 02

João, um estudante de ensino médio, leva para a aula de Física sua receita oftalmológica, para que possa debater com o professor e seus colegas o possível defeito de visão que possui.

LONGE			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD	-2,00		180°
OE	-1,75		10°
PERTO			
	ESFÉRICO	CILÍNDRICO	EIXO
OD			
OE			

Considerando que João tem dificuldade de enxergar objetos distantes e que a solução para seu problema é a utilização de óculos com lentes esféricas divergentes, é correto afirmar que o defeito de visão que esse estudante apresenta é

- a) astigmatismo.
- b) hipermetropia.
- c) miopia.
- d) estrabismo.

QUESTÃO 03

“Bopp abaixou a cabeça até perto do jornal, como se tivesse dificuldade para enxergar as pequenas letras impressas”.

STIGGER, Veronica. *Opisanie ĆEwiata*. São Paulo: SESI-SP, 2018, p. 37.

A dificuldade visual para enxergar de longe o jornal, encenada pelo personagem Bopp, é decorrente de

- A astigmatismo, pela falta de alinhamento dos olhos.
- B miopia, quando a imagem é formada antes da retina.
- C hipermetropia, devido à alta pressão ocular, gerando visão embaçada.
- D estrabismo, visão distorcida da imagem, por sua formação após a retina.

QUESTÃO 04

A miopia é um defeito de refração, bastante frequente, caracterizado por afetar a visão à distância. A miopia surge em função de um maior comprimento do globo ocular ou do aumento na curvatura da córnea. A hipermetropia é um defeito de refração caracterizado por afetar mais a visão de perto. A hipermetropia surge em função de um menor comprimento do globo ocular ou de uma menor curvatura da córnea.

Sabe-se que um olho normal pode ver, nitidamente, objetos situados desde o infinito até **25,0 cm** do olho.

Desprezando-se a distância entre a lente e o olho, sobre miopia e hipermetropia e suas correções é correto afirmar:

- A A lente dos óculos de um míope com ponto remoto situado a **75,0 cm** do olho tem vergência igual a **-1,5** dioptrias.
- B A imagem visual é formada em uma região anterior à retina no olho de um paciente com hipermetropia.
- C O defeito refrativo que causa a miopia pode ser corrigido utilizando-se óculos com lentes plano-convexas.
- D A lente dos óculos de um hipermetrópe com o ponto próximo a **100,0 cm** do olho tem vergência igual a **3,0** dioptrias.
- E O defeito refrativo que causa a hipermetropia pode ser corrigido utilizando-se óculos com lentes convexo-côncava.

QUESTÃO 05

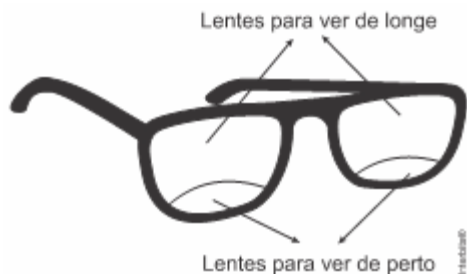
Um estudante foi ao oftalmologista, reclamando que, de perto, não enxergava bem. Depois de realizar o exame, o médico explicou que tal fato acontecia porque o ponto próximo da vista do rapaz estava a uma distância superior a **25 cm** e que ele, para corrigir o problema, deveria usar óculos com "lentes de **2,0 graus**", isto é, lentes possuindo vergência de **2,0** dioptrias.

Do exposto acima, pode-se concluir que o estudante deve usar lentes

- A) divergentes com **40 cm** de distância focal.
- B) divergentes com **50 cm** de distância focal.
- C) divergentes com **25 cm** de distância focal.
- D) convergentes com **50 cm** de distância focal.
- E) convergentes com **25 cm** de distância focal.

QUESTÃO 06

Um professor resolveu fazer algumas afirmações sobre óptica para seus alunos. Para tanto, contou com o auxílio de óculos com lentes bifocais (figura abaixo). Esses óculos são compostos por duas lentes, uma superior para ver de longe e outra inferior para ver de perto.



Com base no exposto acima e nos conhecimentos de óptica, analise as afirmações a seguir, feitas pelo professor a seus alunos.

- I. As lentes inferiores dos óculos são aconselhadas para uma pessoa com miopia.
- II. As lentes superiores são lentes divergentes.
- III. Pessoas com hipermetropia e presbiopia são aconselhadas a usar as lentes inferiores.
- IV. As lentes inferiores possibilitam que as imagens dos objetos, que se formam antes da retina, sejam formadas sobre a retina.
- V. As lentes inferiores podem convergir os raios do Sol.

Todas as afirmações **corretas** estão em:

- A) III e IV.
- B) IV e V.
- C) II, III e V.
- D) I, II e III.

QUESTÃO 07

O avanço tecnológico da medicina propicia o desenvolvimento de tratamento para diversas doenças, como as relacionadas à visão. As correções que utilizam *laser* para o tratamento da miopia são consideradas seguras até **12** dioptrias, dependendo da espessura e curvatura da córnea. Para valores de dioptria superiores a esse, o implante de lentes intraoculares é mais indicado. Essas lentes, conhecidas como lentes fáticas (**LF**), são implantadas junto à córnea, antecedendo o cristalino (**C**), sem que esse precise ser removido, formando a imagem correta sobre a retina (**R**).

O comportamento de um feixe de luz incidindo no olho que possui um implante de lentes fáticas para correção do problema de visão apresentado é esquematizado por

- A)
- B)
- C)
- D)
- E)

QUESTÃO 08

Numa família composta por 4 pessoas, cada uma com um defeito na visão diferente dos demais, tem-se que:

- o pai apresenta enrijecimento dos músculos ciliares, e com limitação de sua capacidade de acomodação visual tem dificuldades para enxergar objetos próximos e longínquos;
- a mãe apresenta um alongamento do globo ocular na direção ântero-posterior com dificuldade para enxergar objetos distantes;
- a filha apresenta irregularidades na curvatura da córnea e enxerga imagens embaçadas dos objetos próximos ou distantes;
- o filho apresenta um encurtamento do globo ocular na direção ântero-posterior com dificuldade para enxergar objetos próximos.

As lentes corretivas indicadas para os membros dessa família, considerando-se a ordem em que foram citados, são, respectivamente,

- A** cilíndricas, bifocais, convergentes e divergentes.
- B** divergentes, bifocais, convergentes e cilíndricas.
- C** bifocais, divergentes, cilíndricas e convergentes.
- D** convergentes, cilíndricas, divergentes e bifocais.

QUESTÃO 09

Indivíduos míopes têm dificuldade de enxergar objetos distantes. Para correção desse problema com lentes, o oftalmologista deve medir a distância máxima que o indivíduo pode enxergar nitidamente, que corresponde à distância focal da lente. A vergência (**V**) de uma lente é numericamente igual ao inverso da distância focal (**f**), dada em metros ($V = 1/f$). A vergência é medida em dioptria (**di**), comumente denominada de graus de uma lente.

Se a distância máxima a que o indivíduo míope enxerga nitidamente for 50 cm, para corrigir o problema, o oftalmologista receitará lentes de vergência

- A** -2,00 di.
- B** -0,02 di.
- C** 0,02 di.
- D** 0,20 di.
- E** 2,00 di.

RASCUNHO

Gabarito da seção 3:

1. [B]
A estrutura do olho análoga à imagem invertida utilizada na figura é a retina. Quando a imagem é formada na retina, esta é reduzida e invertida. Ao chegar ao córtex cerebral, ela é processada.

2. [C]
A miopia se caracteriza pela dificuldade de focalizar objetos distantes e a correção exige o uso de lentes divergentes.

3. [B]
A miopia é caracterizada pela imagem se formar antes da retina, assim os indivíduos com esse problema de visão têm dificuldades para enxergar com nitidez de longe. Letra [B].

4. [D]
Análise das alternativas:

[A] Falsa. A lente de correção deve ter a distância focal em módulo exatamente igual à distância do ponto remoto, portanto:

$$|f| = D \Rightarrow |V| = \frac{1}{D} \Rightarrow |V| = \frac{1}{0,75 \text{ m}} \therefore |V| = 1,33 \xrightarrow{\text{divergente}} V = -1,33 \text{ dioptrias}$$

[B] Falsa. A imagem é formada depois da retina, necessitando de uma lente convergente para a correção.

[C] Falsa. A correção para a miopia é feita com lentes divergentes.

[D] Verdadeira. A partir da equação de Gauss para os pontos próximos normal e hipermetrope, temos:

$$V = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H} = \frac{1}{0,25 \text{ m}} - \frac{1}{1 \text{ m}} \therefore V = 3 \text{ dioptrias}$$

[E] Falsa. A hipermetropia pode ser corrigida com o uso de lentes convergentes.

5. [D]
Pelo descrito no enunciado, o estudante não enxergava bem pois o seu ponto próximo era superior a **25 cm**. Este tipo de problema é característico do problema de visão chamado hipermetropia. Para correção deste, é necessária uma lente convergente.

Como é dado que a vergência da lente a ser usada é de 2 dioptrias, temos que:

$$V = \frac{1}{f} \left[\text{m}^{-1} \right]$$

$$2 = \frac{1}{f}$$

$$f = 50 \text{ cm}$$

6. [C]
[I] Falsa. As lentes inferiores são para leitura e, portanto, não servem para quem tem miopia que necessitam melhorar a visão para longe.

[II] Verdadeira. As lentes superiores são divergentes indicadas para a miopia, corrigindo a visão para maiores distâncias.

[III] Verdadeira. As lentes inferiores são para pessoas com dificuldade de leitura, indicadas para pessoas com hipermetropia ou presbiopia.

[IV] Falsa. Como são feitas de lentes convergentes, elas corrigem o foco que está depois de retina para que se forme sobre a retina.

[V] Verdadeira. Por esse motivo são chamadas de lentes convergentes.

7. [B]
No olho míope, a imagem de um objeto distante forma-se antes da retina. A função da lente é tornar o feixe incidente mais largo (divergente) para que, após atravessar o cristalino, o feixe convergente tenha vértice sobre a retina.

8. [C]
A tabela apresenta as diferentes deficiências visuais (ametropias) e as correspondentes lentes corretivas.

Pessoa	Ametropia	Lentes corretivas
Paí	Presbiopia	Bifocais ou multifocais
Mãe	Miopia	Divergentes
Filha	Astigmatismo	Cilíndricas
Filho	Hipermetropia	Convergentes

9. [A]
A vergência pode ser determinada pela equação de Gauss, usando os seguintes critérios de sinais:

Para lentes divergentes (correção da miopia), tanto o foco como a distância da imagem são negativos por convenção: $f < 0$, $p' < 0$.

Assim, considerando que a distância do objeto está muito longe, isto é no infinito, o seu inverso é zero, temos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow V = 0 + \frac{1}{-0,5 \text{ m}} \therefore V = -2,0 \text{ m}^{-1} = -2,0 \text{ di}$$

SIMULADO DE VERIFICAÇÃO

INSTRUÇÕES

1. O tempo disponível para execução deste simulado é de **40 minutos** e você poderá fazê-lo usando caneta, lápis e borracha.
2. Os 40 minutos deverão ser usados de uma só vez. Você **NÃO** poderá realizar este teste em etapas que completem o tempo proposto.
3. Faça o simulado num ambiente calmo e reservado, individualmente.
4. Não utilize quaisquer meios de consulta e mantenha todas as mídias presentes em seu ambiente desligadas, exceto um cronômetro para que você possa verificar o tempo de execução do teste.
5. Durante o tempo de execução, não se ausente do ambiente em que estiver fazendo o simulado em hipótese alguma. Isto implica que o teste deverá ser feito de uma só vez.
6. Caso o tempo se esgote antes que você termine todas as questões, pare e não resolva as demais nos minutos seguintes. Saia do local em que esteve fazendo o simulado e retorne em outro momento para terminá-lo, mas sem contabilizar o tempo.
7. Caso não imprima este simulado, você poderá usar o equivalente a uma folha de papel A4 (ou de caderno de dimensões semelhantes), frente e verso, para resolvê-lo.
8. O gabarito deste simulado está na área de gabaritos deste caderno.
9. Você poderá levar para o local de realização deste teste bebidas e comidas.
10. O tempo de leitura destas instruções não deve ser contabilizado dentro dos minutos propostos para execução deste simulado.

QUESTÃO 01

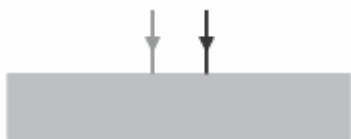
A energia solar fotovoltaica é uma das fontes de energia em franca ascensão no Brasil. Dentre os diversos componentes de um sistema solar fotovoltaico, destaca-se o painel solar. De modo simplificado, esse componente é constituído por uma camada de vidro para proteção mecânica, seguida de uma camada formada por células solares e uma última camada, na parte inferior, também para proteção e isolamento.

Sendo o vidro um material semitransparente, um raio solar que chega ao painel é

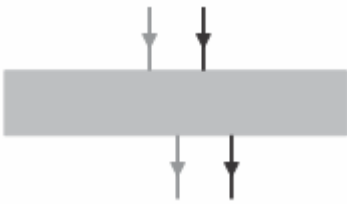
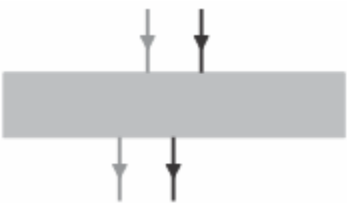
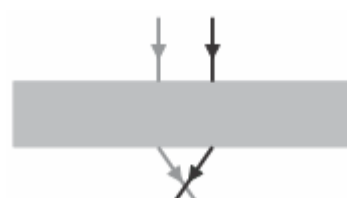
- A) parcialmente refletido e totalmente refratado pelo vidro.
- B) parcialmente refletido e parcialmente refratado pelo vidro.
- C) totalmente refratado pelo vidro.
- D) totalmente refletido pelo vidro.

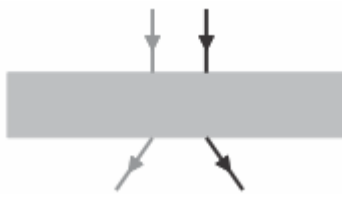

QUESTÃO 02

Dois raios de luz monocromáticos incidem perpendicularmente em uma das faces de uma lâmina de vidro de faces paralelas, imersa no ar, como mostra a figura.



Assinale a alternativa que representa esses mesmos raios de luz, ao emergirem na face oposta à de incidência.

- A) 
- B) 
- C) 

- D) 
- E) 

QUESTÃO 03

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 04

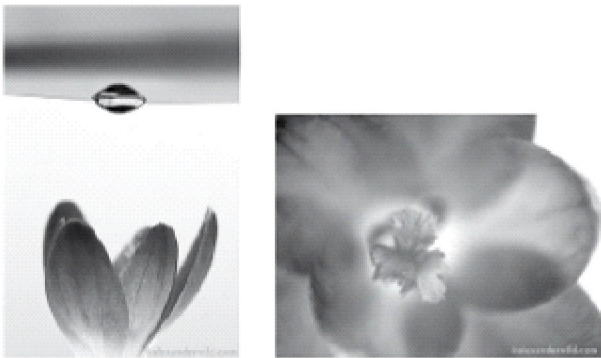
Quando uma onda luminosa atravessa dois meios diferentes, por exemplo o ar e uma parede de vidro, qual das quantidades permanece constante?

- A) A velocidade de propagação.
- B) A amplitude.
- C) A frequência.
- D) O comprimento de onda.

QUESTÃO 05

Para transformar seu celular em um microscópio, basta colocar uma gota de água na lente do telefone e, com cuidado, virar o dispositivo. "A gota suspensa serve como lente", diz o fotógrafo Alexandre Wild que começou a usar a técnica após ler que uma equipe que desenvolve microscópios fazia experiências com água antes de mudar para uma lente sólida.

As figuras mostram, respectivamente, a gota de água suspensa na câmera do dispositivo e a fotografia da parte interna de uma flor.



Disponível em: <<http://blogs.scientificamerican.com/compound-eye/2012/03/12/transform-your-iphone-into-a-microscope-just-add-water/>> Acesso em: ago. 2014 (adaptado).

No ar, a gota de água presa ao celular, usada para captar a imagem da flor, tem o mesmo comportamento que lentes usadas para corrigir o problema de

- a) miopia.
- b) daltonismo.
- c) astigmatismo.
- d) hipermetropia.

QUESTÃO 06

Miopia é um problema de visão que acarreta uma focalização da imagem antes desta chegar à retina. Lentes divergentes são usadas como forma de correção desse problema. Em relação à imagem de um objeto real produzida por uma lente divergente, podemos afirmar que é sempre:

- A) real e maior que o objeto.
- B) real e igual ao objeto.
- C) real e menor que o objeto.
- D) virtual e maior que o objeto.
- E) virtual e menor que o objeto.

QUESTÃO 07

Muitos instrumentos se utilizam de lentes esféricas delgadas para seu funcionamento. Tais lentes podem ser do tipo convergente ou divergente e formam imagens com características específicas.

Sobre as imagens formadas por essas lentes, é **correto** afirmar que

- A) quando um objeto é posicionado no foco de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- B) quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro ótico de uma lente convergente, se forma uma imagem real, maior e direita.
- C) quando um objeto é posicionado entre o foco e o centro ótico de uma lente convergente, não se forma nenhuma imagem.
- D) uma lente divergente só pode formar uma imagem virtual, menor e direita de um objeto.

- e) uma lente divergente só pode formar uma imagem real, maior e direita de um objeto.

QUESTÃO 08

Dentre muitas aplicações, a energia solar pode ser aproveitada para aquecimento de água. Suponha que para isso seja utilizada uma lente delgada para concentrar os raios solares em um dado ponto que se pretende aquecer. Assuma que os raios incidentes sejam paralelos ao eixo principal.

Um tipo de lente que pode ser usada para essa finalidade é a lente

- A) divergente e o ponto de aquecimento fica no foco.
- B) convergente e o ponto de aquecimento fica no vértice.
- C) convergente e o ponto de aquecimento fica no foco.
- D) divergente e o ponto de aquecimento fica no vértice.

QUESTÃO 09

Muitas pessoas não enxergam nitidamente objetos em decorrência de deformação no globo ocular ou de acomodação defeituosa do cristalino.

Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas dos enunciados a seguir, na ordem em que aparecem.

Para algumas pessoas a imagem de um objeto forma-se à frente da retina, conforme ilustrado na figura I abaixo. Esse defeito de visão é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.

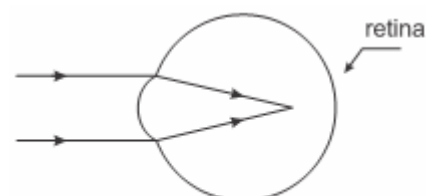


Figura I

Em outras pessoas, os raios luminosos são interceptados pela retina antes de se formar a imagem, conforme representado na figura II abaixo. Esse defeito de visão é chamado de _____, e sua correção é feita com lentes _____.

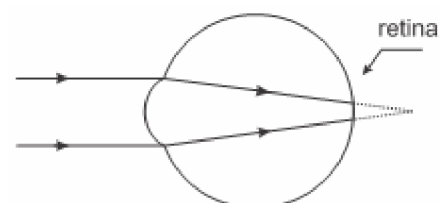


Figura II

- A presbiopia " divergentes " hipermetropia – convergentes
- B presbiopia " divergentes " miopia " convergentes
- C hipermetropia " convergentes " presbiopia " divergentes
- D miopia " convergentes " hipermetropia " divergentes
- E miopia " divergentes " hipermetropia " convergentes

QUESTÃO 10

No processo de visão humana, o cristalino desempenha um papel importante na formação da imagem. Marque a alternativa correta sobre essa estrutura do olho humano.

- A Controla a quantidade de luz que entra no olho humano.
- B Controla a energia dos fótons da luz incidente.
- C Atua como lente divergente para acomodar a imagem.
- D Atua como lente convergente para acomodar a imagem.
- E Define as cores dos objetos.

RASCUNHO

Gabarito do simulado de verificação:

- [B]
Os raios que incidem num material semitransparente são parcialmente refletidos e parcialmente refratados.
- [E]
De acordo com a lei de Snell, quando a luz incide normalmente (perpendicularmente) não há desvio na refração.
- [A]
Pela definição de índice de refração, temos que:
$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow c = nv$$

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

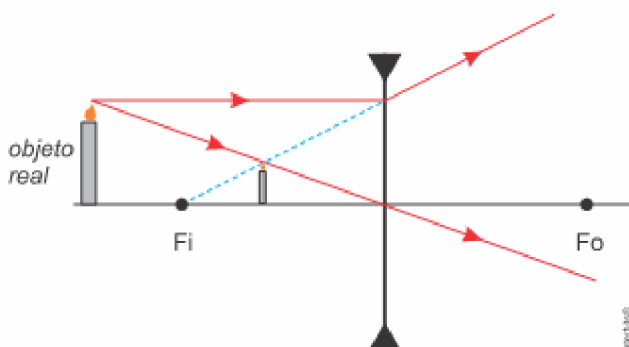
$$\therefore \frac{n_1}{n_2} = 0,6$$
- [C]
Na refração, a onda luminosa mantém constante sua frequência.
- [D]
A gota forma uma lente de bordas finas. Estando no ar ela comporta-se como lente convergente. Lentes convergentes são usadas para corrigir o problema de hipermetropia.
- [E]
Na lente divergente a distância focal é negativa ($f < 0$).
Analisando a equação dos pontos conjugados para posição da imagem de um objeto real ($p > 0$).

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f < 0 \\ p > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow p' < 0 \Rightarrow \text{Imagem Virtual.}$$

Analisando a equação aumento linear transversal para um objeto real ($p > 0$)

$$A = \frac{f}{f-p} \Rightarrow \left\{ \begin{array}{l} f < 0 \\ p > 0 \end{array} \right\} \Rightarrow \begin{array}{l} A > 0 \Rightarrow \text{Imagem direita.} \\ A < 1 \Rightarrow \text{Imagem menor que o objeto.} \end{array}$$

Pode-se ainda constatar que a imagem se situa entre o foco imagem e o centro óptico, como ilustrado na figura.



- [D]
Dentre as alternativas, a única que descreve corretamente as características da imagem formada é a [D].
- [C]
Deve ser utilizada uma lente convergente, já que esta converge os raios solares (paralelos) para um mesmo ponto (foco).
- [E]
A formação de imagens antes da retina é chamada de **miopia** (1ª lacuna) e depois da retina chama-se **hipermetropia** (3ª lacuna) e suas correções impõe a utilização de lentes **divergentes** (2ª lacuna) e **convergentes** (4ª lacuna). Assim, a alternativa correta é letra [E].
- [D]
O cristalino é uma lente natural tendo o papel de convergir os raios luminosos recebidos pelo observador para a retina. Já a quantidade de luz que entra no olho é regulada pela dilatação da pupila que tem a forma circular escura interna à íris que caracteriza a cor dos olhos de cada um, enquanto as cores dos objetos que enxergamos são percebidas por células especializadas localizadas na retina, chamadas de bastonetes.



 @doutor fisico