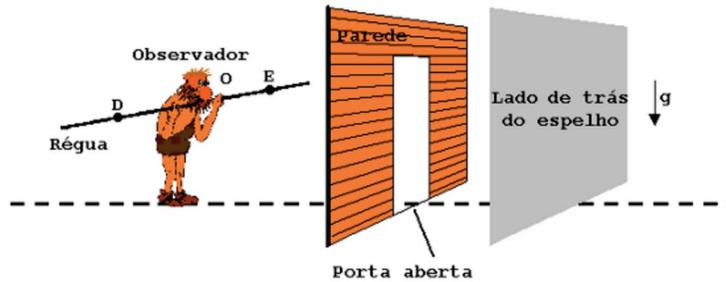
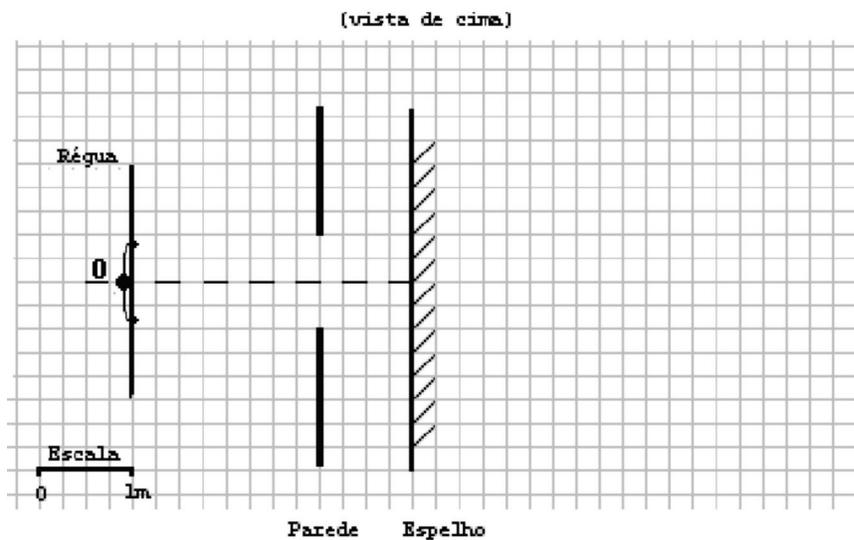


Exercícios Dissertativos

1. (2000) Um observador **O** olha-se em um espelho plano vertical, pela abertura de uma porta, com 1 m de largura, paralela ao espelho, conforme a figura abaixo e o esquema da folha de respostas. Segurando uma régua longa, ele a mantém na posição horizontal, paralela ao espelho e na altura dos ombros, para avaliar os limites da região que consegue enxergar através do espelho (limite **D**, à sua direita, e limite **E**, à sua esquerda).

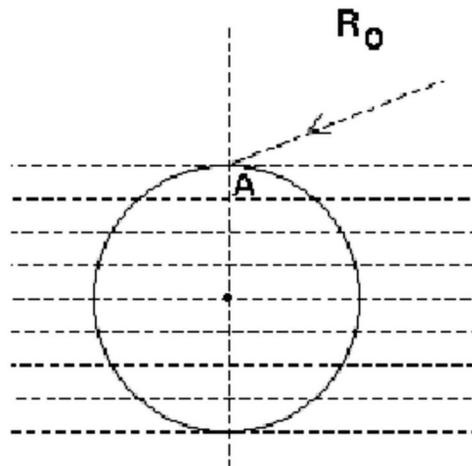
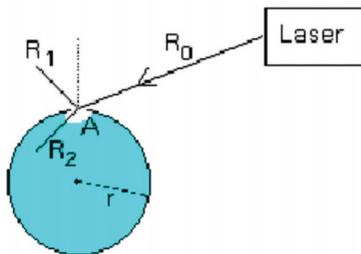


- a) No esquema da folha de respostas, trace os raios que, partindo dos limites **D** e **E** da região visível da régua, atingem os olhos do observador **O**. Construa a solução, utilizando linhas cheias para indicar esses raios e linhas tracejadas para prolongamentos de raios ou outras linhas auxiliares. Indique, com uma flecha, o sentido de percurso da luz.
- b) Identifique **D** e **E** no esquema. estimando, em metros, a distância **L** entre esses dois pontos da régua.



2. (2001) Uma pequena esfera de material sólido e transparente é utilizada para produzir, a partir de um pulso de luz laser, vários outros pulsos. A esfera, de raio $r = 2,2\text{cm}$, é espelhada, exceto em uma pequena região (ponto A). Um pulso de luz, de pequena duração, emitido pelo laser, segue a trajetória \mathbf{R}_0 , incidindo em A com ângulo de incidência de 70° . Nesse ponto, o pulso é, em parte, refletido, prosseguindo numa trajetória \mathbf{R}_1 , e, em parte, refratado, prosseguindo numa trajetória \mathbf{R}_2 que penetra na esfera com um ângulo de 45° com a normal.

Após reflexões sucessivas dentro da esfera, o pulso atinge a região A, sendo em parte, novamente refletido e refratado. E assim sucessivamente. Gera-se, então, uma série de pulsos de luz, com intensidades decrescentes, que saem da esfera por A, na mesma trajetória \mathbf{R}_1 . Considere $\sin 70^\circ = 0,94$; $\sin 45^\circ = 0,70$. Nessas condições,



- Represente, na figura da folha de respostas, toda a trajetória do pulso de luz dentro da esfera.
- Determine, em m/s , o valor V da velocidade de propagação da luz no interior da esfera.
- Determine, em segundos, a separação (temporal) Δt , entre dois pulsos sucessivos na trajetória \mathbf{R}_1 .

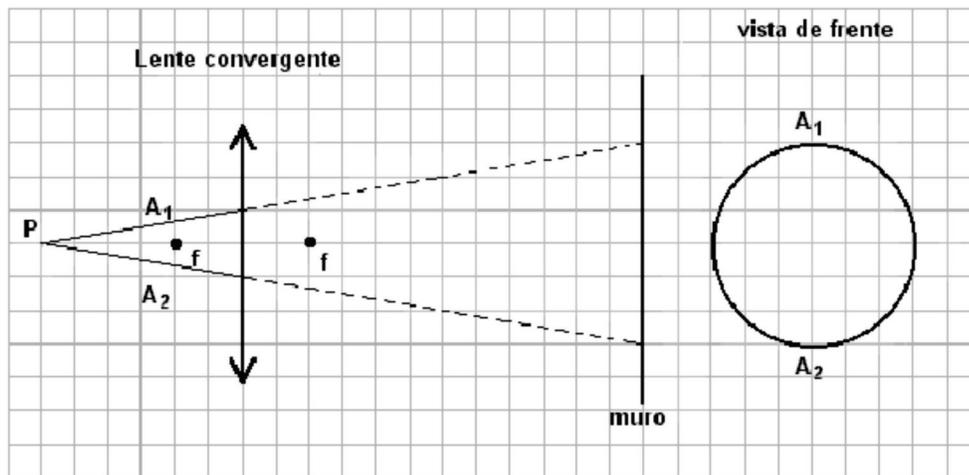
O índice de refração de um material é igual à razão entre a velocidade da luz no vácuo e a velocidade da luz nesse material.

3. (2002) Um pequeno holofote H, que pode ser considerado como fonte pontual P de luz, projeta, sobre um muro vertical, uma região iluminada, circular, definida pelos raios extremos A_1 e A_2 . Desejando obter um efeito especial, uma lente convergente foi introduzida entre o holofote e o muro. No esquema, apresentado na folha de resposta, estão indicadas as posições da fonte P, da lente e de seus focos f. Estão também representados, em tracejado, os raios A_1 e A_2 , que definem verticalmente a região iluminada antes da introdução da lente.

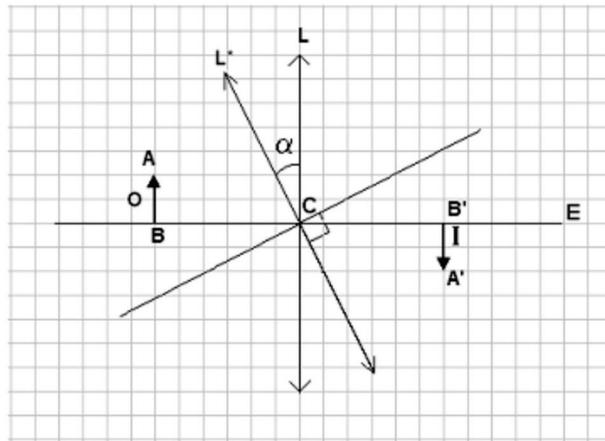


Para analisar o efeito causado pela lente, represente, no esquema da folha de resposta:

- O novo percurso dos raios extremos A_1 e A_2 , identificando-os, respectivamente, por B_1 e B_2 . (Faça, a lápis, as construções necessárias e, com caneta, o percurso solicitado).
- O novo tamanho e formato da região iluminada, na representação vista de frente, assinalando as posições de incidência de B_1 e B_2 .



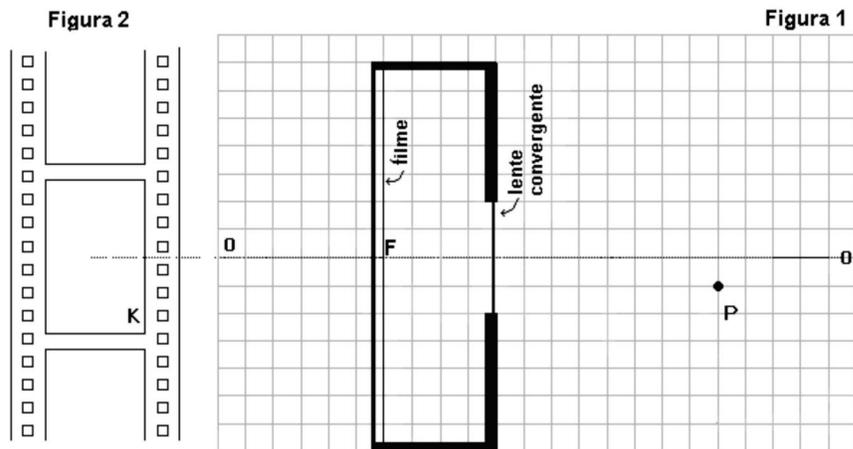
4. (2003) A figura na folha de respostas representa, na linguagem da óptica geométrica, uma lente **L** de eixo **E** e centro **C**, um objeto **O** com extremidades **A** e **B**, e sua imagem **I** com extremidades **A'** e **B'**. Suponha que a lente **L** seja girada de um ângulo α em torno de um eixo perpendicular ao plano do papel e fique na posição **L*** indicada na figura. Responda as questões, na figura da folha de respostas, utilizando os procedimentos e as aproximações da óptica geométrica. Faça as construções auxiliares a lápis e apresente o resultado final utilizando caneta.
- Indique com a letra **F** as posições dos focos da lente **L**.
 - Represente, na mesma figura, a nova imagem **I*** do objeto **O**, gerada pela lente **L***, assinalando os extremos de **I*** por **A*** e por **B***.



5. (2004) Uma máquina fotográfica, com uma lente de foco F e eixo OO' , está ajustada de modo que a imagem de uma paisagem distante é formada com nitidez sobre o filme. A situação é esquematizada na figura 1, apresentada na folha de respostas. O filme, de 35 mm, rebatido sobre o plano, também está esquematizada na figura 2, com o fotograma K correspondente. A fotografia foi tirada, contudo, na presença de um fio vertical P , próximo à máquina, perpendicular à folha de papel, visto de cima, na mesma figura.

No esquema da folha de respostas,

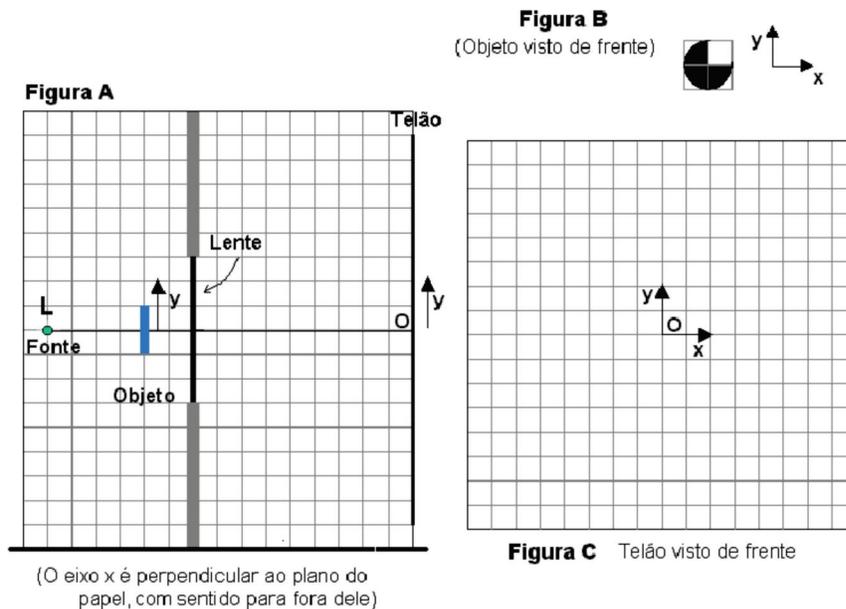
- Represente, na figura 1, a imagem de P , identificando-a por P' (Observe que essa imagem não se forma sobre o filme).
- Indique, na figura 1, a região AB do filme que é atingida pela luz refletida pelo fio, e os raios extremos, R_A e R_B , que definem essa região.
- Esboce, sobre o fotograma K da figura 2, a região em que a luz proveniente do fio impressiona o filme, hachurando-a.



NOTE E ADOTE:

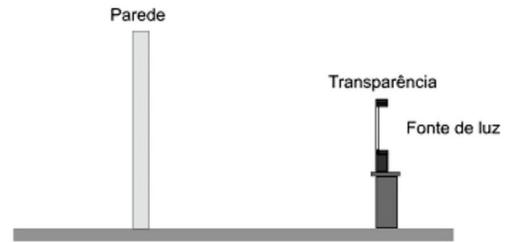
Em uma máquina fotográfica ajustada para fotos de objetos distantes, a posição do filme coincide com o plano que contém o foco F da lente.

6. (2005) Uma fonte de luz intensa **L**, praticamente pontual, é utilizada para projetar sombras em um grande telão **T**, a 150 cm de distância. Para isso, uma lente convergente, de distância focal igual a 20 cm, é encaixada em um suporte opaco a 60 cm de **L**, entre a fonte e o telão, como indicado na figura A, em vista lateral. Um objeto, cuja região opaca está representada pela cor escura na figura B, é, então, colocado a 40 cm da fonte, para que sua sombra apareça no telão. Para analisar o efeito obtido, indique, no esquema da folha de resposta,
- a posição da imagem da fonte, representando-a por **L'**.
 - a região do telão, na ausência do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares, indicando por A_1 e A_2 os raios que permitem definir os limites de tal região).
 - a região do telão, na presença do objeto, que não é iluminada pela fonte, escurecendo-a a lápis. (Faça, a lápis, as construções dos raios auxiliares necessários para tal determinação).



7. (2006)

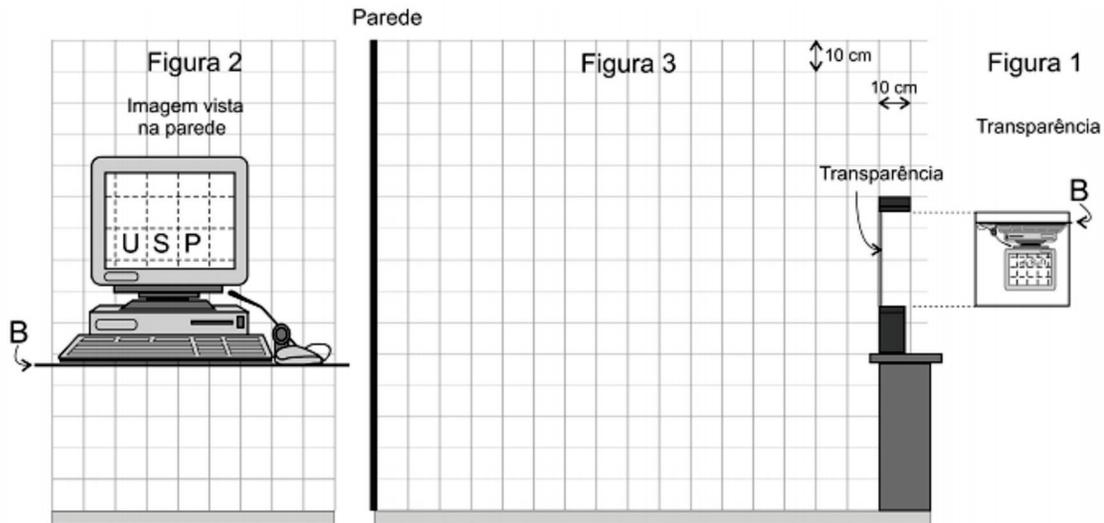
Uma figura gravada em uma folha de plástico (transparência) foi projetada sobre uma parede branca, usando-se uma fonte de luz e uma única lente, colocada entre a folha e a parede, conforme esquema ao lado. A transparência e a imagem projetada, nas condições de tamanho e distância usadas, estão representadas, em escala, na folha de respostas. As figuras 1 e 2 correspondem a vistas de frente e a figura 3, a vista lateral.



- Determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição onde foi colocada a lente, indicando essa posição por uma linha vertical e a letra L. Marque o centro óptico da lente e indique sua posição pela letra C.
- Determine graficamente, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição de cada um dos focos da lente, indicando suas posições pela letra F.
- Represente, indicando por B_{nova} , na figura 2, a posição da linha B_{nova} , quando o centro óptico da lente for rebaixado em 10 cm (1 quadradinho).

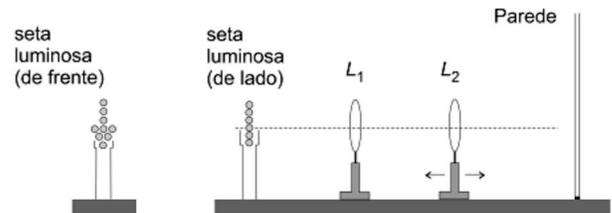
NOTE E ADOTE:

Todo raio que passa pelo centro óptico de uma lente emerge na mesma direção que incide.

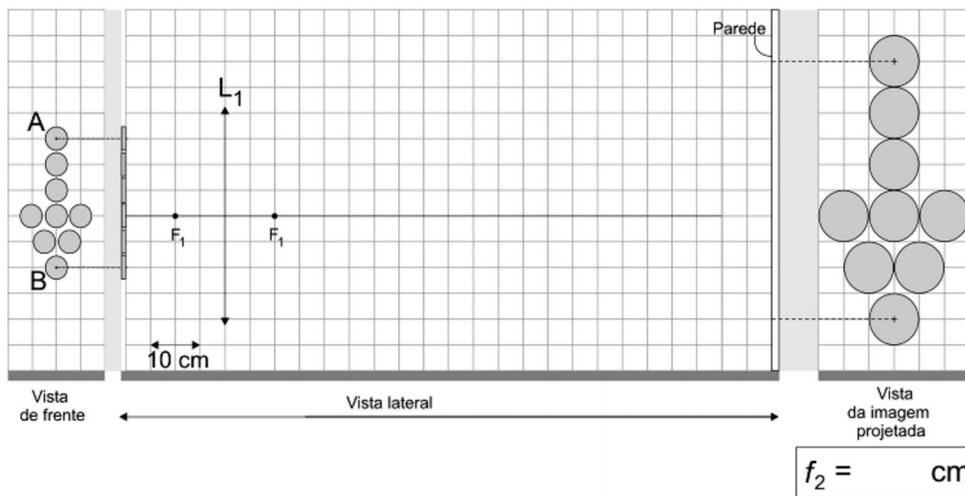


8. (2007) Uma seta luminosa é formada por pequenas lâmpadas. Deseja-se projetar a imagem dessa seta, ampliada, sobre uma parede, de tal forma que seja mantido o sentido por ela indicado. Para isso, duas lentes convergentes, L_1 e L_2 , são colocadas próximas uma da outra, entre a seta e a parede, como indicado no esquema abaixo. Para definir a posição e a característica da lente L_2 ,

- a) determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, as imagens dos pontos A e B da seta, produzidas pela lente L_1 , cujos focos F_1 estão sinalizados, indicando essas imagens por A_1 e B_1 respectivamente.

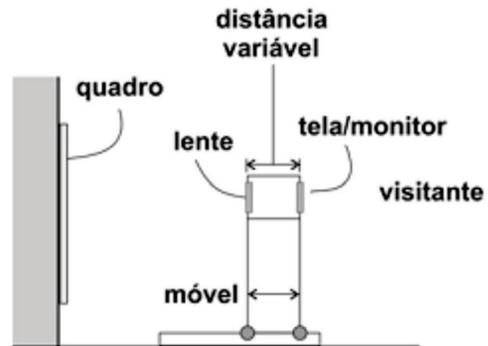


- b) determine, no esquema da folha de resposta, traçando as linhas de construção apropriadas, a posição onde deve ser colocada a lente L_2 , indicando tal posição por uma linha vertical, com símbolo L_2 .
- c) determine a distância focal f_2 da lente L_2 , em cm, traçando os raios convenientes ou calculando-a. Escreva o resultado, no espaço assinalado, na folha de respostas.

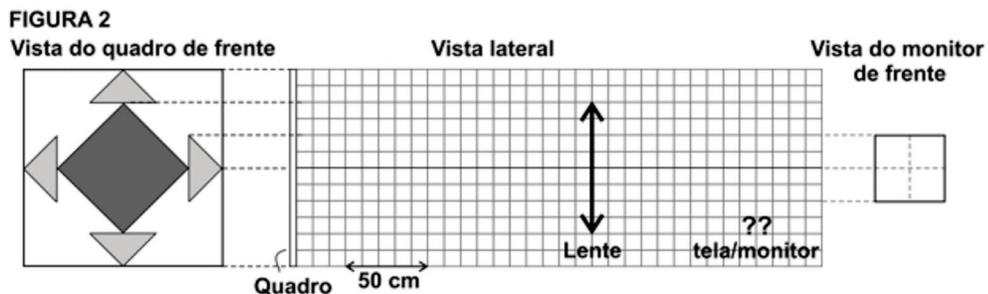
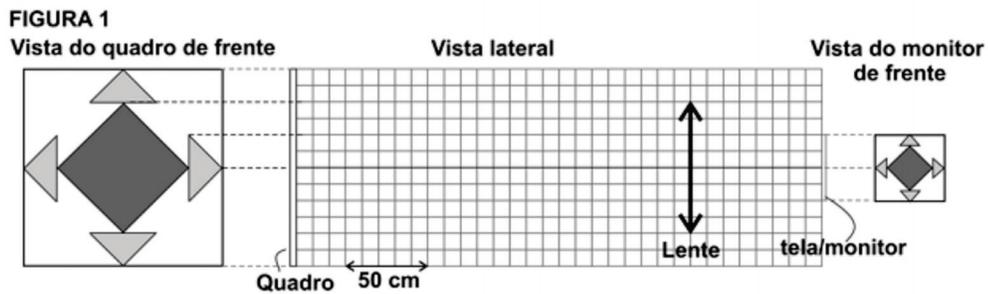


9. (2008) Em um museu, um sistema óptico permite que o visitante observe detalhes de um quadro sem se aproximar dele. Nesse sistema, uma lente convergente, de distância focal fixa, projeta a imagem do quadro (ou parte dela) sobre uma tela de receptores, que reproduzem essa imagem em um monitor (do mesmo tamanho da tela).

O sistema pode ser aproximado ou afastado do quadro, pelo visitante, que deve ainda ajustar a distância entre a lente e a tela, para focalizar a imagem na tela. A Figura 1, da página de respostas, esquematiza a situação em que um quadro é projetado na tela/monitor. A Figura 2 esquematiza a situação em que o visitante aproxima a lente do quadro e ajusta a distância lente-tela, obtendo uma imagem nítida na tela/monitor. Para verificar o que é observado, nesse caso, pelo visitante,

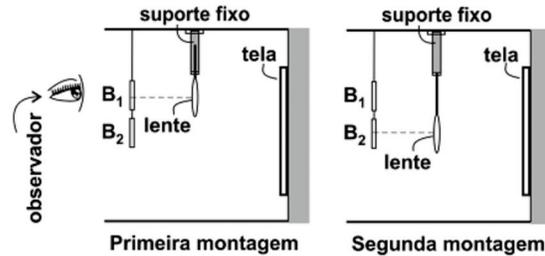


- assinale, na Figura 1 da página de respostas, traçando as linhas de construção necessárias, a posição do foco da lente, indicando-a pela letra F.
- assinale, na Figura 2 da página de respostas, traçando as linhas de construção necessárias, a nova posição da tela para que a imagem seja projetada com nitidez, indicando-a pela letra T.
- desenhe, na Figura 2, a imagem formada sobre a tela, tal como vista no monitor.

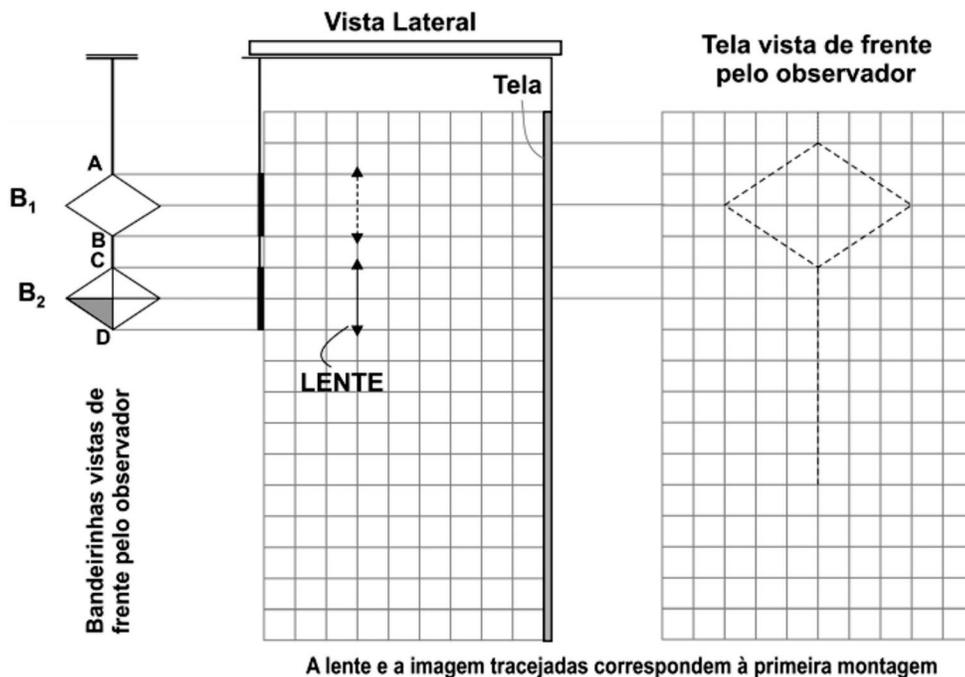


10. (2009) Na montagem de uma exposição, um decorador propôs a projeção, através de uma lente pendurada em um suporte fixo, da imagem de duas bandeirinhas luminosas, B_1 e B_2 , sobre uma tela. Em sua primeira tentativa, no entanto, apenas a imagem de B_1 pôde ser vista na tela (primeira montagem).

Para viabilizar, então, sua proposta, o decorador deslocou a lente para baixo, obtendo, assim, as imagens das duas bandeirinhas sobre a tela (segunda montagem). As bandeirinhas encontram-se reproduzidas na folha de respostas, assim como, em linhas tracejadas, a posição da lente e a imagem obtida na primeira montagem. Para visualizar as imagens que passam a ser observadas na segunda montagem, utilizando o esquema da folha de respostas:

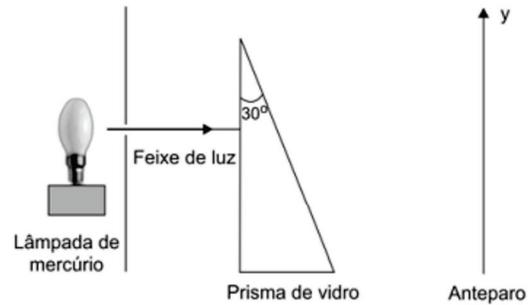


- Determine, a partir da imagem correspondente à primeira montagem (em linha tracejada), a posição do foco da lente, identificando-a na figura pela letra F .
- Construa a imagem completa que a bandeirinha B_2 projeta sobre a tela, na segunda montagem, traçando as linhas de construção necessárias e indicando as imagens de C e D , por C' e D' , respectivamente.
- Construa a imagem completa que a bandeirinha B_1 projeta sobre a tela, na segunda montagem, traçando as linhas de construção necessárias e indicando as imagens de A e B , por A' e B' , respectivamente.



11. (2010)

Luz proveniente de uma lâmpada de vapor de mercúrio incide perpendicularmente em uma das faces de um prisma de vidro de ângulos 30° , 60° e 90° , imerso no ar, como mostra a figura ao lado. A radiação atravessa o vidro e atinge um anteparo. Devido ao fenômeno de refração, o prisma separa as diferentes cores que compõem a luz da lâmpada de mercúrio e observam-se, no anteparo, linhas de cor violeta, azul, verde e amarela. Os valores do índice de refração n do vidro para as diferentes cores estão dados abaixo.



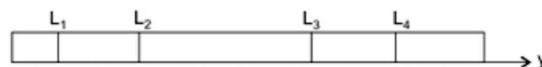
- Calcule o desvio angular α , em relação à direção de incidência, do raio de cor violeta que sai do prisma.
- Desenhe, na figura da página de respostas, o raio de cor violeta que sai do prisma.
- Indique, na representação do anteparo na folha de respostas, a correspondência entre as posições das linhas L1, L2, L3 e L4 e as cores do espectro do mercúrio.

NOTE E ADOTE:			
$\theta(\text{graus})$	$\text{sen}\theta$	Cor	$n(\text{vidro})$
60	0,866	violeta	1,532
50	0,766	azul	1,528
40	0,643	verde	1,519
30	0,500	amarelo	1,515
lei de Snell: $n_1 \text{sen}\theta_1 = n_2 \text{sen}\theta_2$		$n = 1$ para qualquer comprimento de onda no ar	
Verifique se a figura foi impressa no espaço reservado para resposta			
Indique a resolução da questão. Não é suficiente apenas escrever as respostas.			

b)

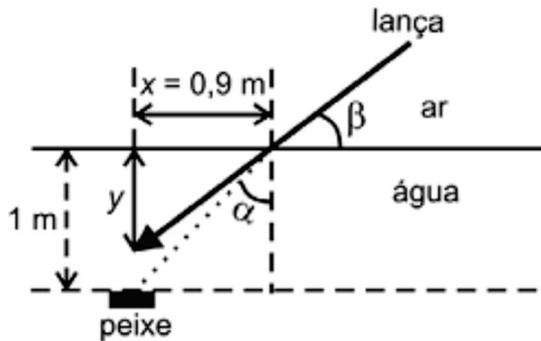


c)



12. (2011) Um jovem pesca em uma lagoa de água transparente, utilizando, para isto, uma lança. Ao enxergar um peixe, ele atira sua lança na direção em que o observa. O jovem está fora da água e o peixe está 1 m abaixo da superfície. A lança atinge a água a uma distância $x = 90$ cm da direção vertical em que o peixe se encontra, como ilustra a figura abaixo. Para essas condições, determine:

- O ângulo α , de incidência na superfície da água, da luz refletida pelo peixe.
- O ângulo β que a lança faz com a superfície da água.
- A distância y , da superfície da água, em que o jovem enxerga o peixe.



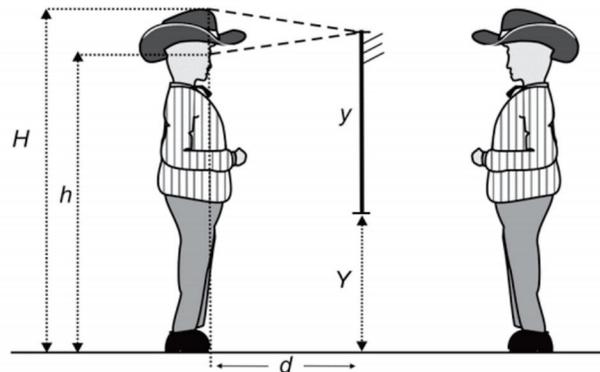
NOTE E ADOTE
Índice de refração do ar = 1
Índice de refração da água = 1,3
Lei de Snell: $\frac{v_1}{v_2} = \frac{\text{sen}\theta_1}{\text{sen}\theta_2}$

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

13. (2012) Um rapaz com chapéu observa sua imagem em um espelho plano e vertical. O espelho tem o tamanho mínimo necessário, $y = 1,0$ m, para que o rapaz, a uma distância $d = 0,5$ m, veja a sua imagem do topo do chapéu à ponta dos pés. A distância de seus olhos ao piso horizontal é $h = 1,60$ m. A figura da página de resposta ilustra essa situação e, em linha tracejada, mostra o percurso do raio de luz relativo à formação da imagem do ponto mais alto do chapéu.

- Desenhe, na figura da página de resposta, o percurso do raio de luz relativo à formação da imagem da ponta dos pés do rapaz.
- Determine a altura H do topo do chapéu ao chão.
- Determine a distância Y da base do espelho ao chão.
- Quais os novos valores do tamanho mínimo do espelho (y') e da distância da base do espelho ao chão (Y') para que o rapaz veja sua imagem do topo do chapéu à ponta dos pés, quando se afasta para uma distância d' igual a 1 m do espelho?

NOTE E ADOTE
O topo do chapéu, os olhos e a ponta dos pés do rapaz estão em uma mesma linha vertical.



14. (2013) O telêmetro de superposição é um instrumento óptico, de concepção simples, que no passado foi muito utilizado em câmeras fotográficas e em aparelhos de medição de distâncias. Uma representação esquemática de um desses instrumentos está na página de respostas. O espelho semitransparente E_1 está posicionado a 45° em relação à linha de visão, horizontal, AB. O espelho E_2 pode ser girado, com precisão, em torno de um eixo perpendicular à figura, passando por C, variando-se assim o ângulo β entre o plano de E_2 e a linha horizontal. Deseja-se determinar a distância AB do objeto que está no ponto B ao instrumento.

- a) Desenhe na figura da página de respostas, com **linhas cheias**, os raios de luz que, partindo do objeto que está em B, atingem o olho do observador - um atravessa o espelho E_1 e o outro é refletido por E_2 no ponto C. Suponha que ambos cheguem ao olho do observador paralelos e superpostos.
- b) Desenhe, com **linhas tracejadas**, o trajeto aproximado de um raio de luz que parte do objeto em B' , incide em C e é refletido por E_2 .

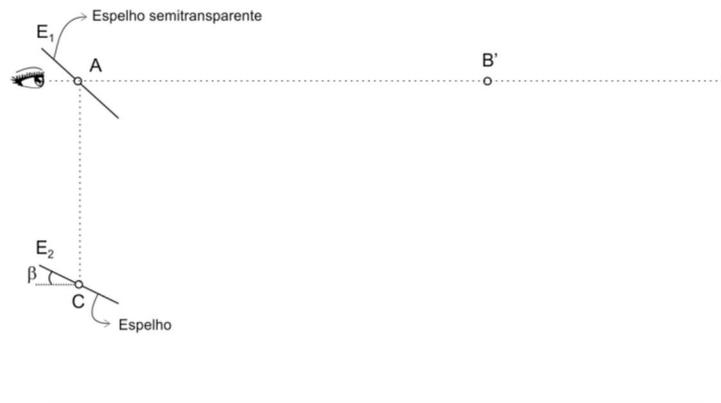
Com o objeto em um ponto B específico, o ângulo β foi ajustado em 44° , para que os raios cheguem ao olho do observador paralelos e superpostos. Nessa condição,

- c) determine o valor do ângulo γ entre as linhas AB e BC;
- d) com $AC = 10\text{cm}$, determine o valor de AB.

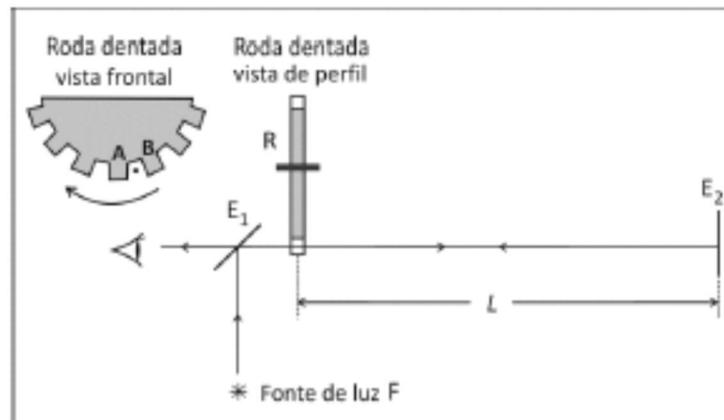
Note e adote:

$\text{sen}(22^\circ) = 0,37;$	$\text{cos}(22^\circ) = 0,93$
$\text{sen}(44^\circ) = 0,70;$	$\text{cos}(44^\circ) = 0,72$
$\text{sen}(88^\circ) = 0,99;$	$\text{cos}(88^\circ) = 0,03$

As direções AB e AC são perpendiculares entre si.



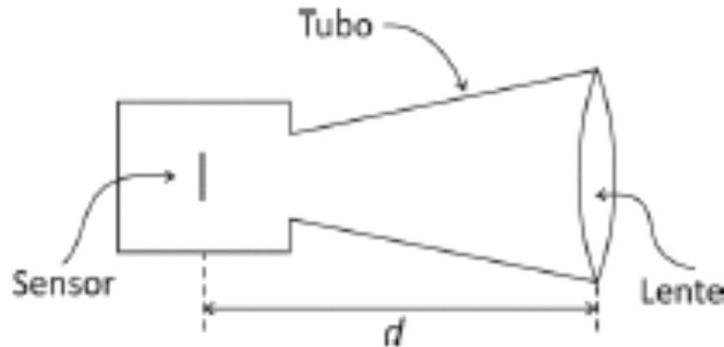
15. (2014) A primeira medida da velocidade da luz, sem o uso de métodos astronômicos, foi realizada por Hippolyte Fizeau, em 1849. A figura mostra um esquema simplificado da montagem experimental por ele utilizada. Um feixe fino de luz, emitido pela fonte F , incide no espelho plano semitransparente E_1 . A luz refletida por E_1 passa entre dois dentes da roda dentada R , incide perpendicularmente no espelho plano E_2 que esta a uma distancia L da roda, é refletida e chega ao olho do observador. A roda é então colocada a girar em uma velocidade angular tal que a luz que atravessa o espaço entre dois dentes da roda e é refletida pelo espelho E_2 , não alcance o olho do observador, por atingir o dente seguinte da roda. Nesta condição, a roda, com N dentes, gira com velocidade angular constante e da V voltas por segundo.



- (a) Escreva a expressão literal para o intervalo de tempo Δt em que a luz se desloca da roda ate E_2 e retorna à roda, em função de L e da velocidade da luz c .
- (b) Considerando o movimento de rotação da roda, escreva, em função de N e V , a expressão literal para o intervalo de tempo Δt decorrido entre o instante em que a luz passa pelo ponto central entre os dentes A e B da roda e o instante em que, depois de refletida por E_2 , e bloqueada no centro do dente B .
- (c) Determine o valor numérico da velocidade da luz, utilizando os dados abaixo.

Note e adote:
 No experimento de Fizeau, os dentes da roda estão igualmente espaçados e têm a mesma largura dos espaços vazios;
 $L=8600\text{m}$;
 $N=750$;
 $V=12$ voltas por segundo.

16. (2014) Um estudante construiu um microscópio ótico digital usando uma *webcam*, da qual ele removeu a lente original. Ele preparou um tubo adaptador e fixou uma lente convergente, de distância focal $f = 50\text{mm}$, a uma distância $d = 175\text{mm}$ do sensor de imagem da *webcam*, como visto na figura abaixo.



No manual da *webcam*, ele descobriu que seu sensor de imagem tem dimensão total útil de $6 \times 6\text{mm}^2$, com 500×500 *pixels*. Com estas informações, determine

- as dimensões do espaço ocupado por cada pixel;
- a distância L entre a lente e um objeto, para que este fique focalizado no sensor;
- o diâmetro máximo D que uma pequena esfera pode ter, para que esteja integralmente dentro do campo visual do microscópio, quando focalizada.

Note e adote:
 Pixel é a menor componente de uma imagem digital.
 Para todos os cálculos, desconsidere a espessura da lente.

17. (2015) O espelho principal de um dos maiores telescópios refletores do mundo, localizado nas Ilhas Canárias, tem 10 m de diâmetro e distância focal de 15 m. Supondo que, inadvertidamente, o espelho seja apontado diretamente para o Sol, determine

- o diâmetro D da imagem do Sol;
- a densidade S de potência no plano da imagem, em W/m^2 ;
- a variação ΔT da temperatura de um disco de alumínio de massa 0,6 kg colocado no plano da imagem, considerando que ele tenha absorvido toda a energia incidente durante 4 s.

Note e adote:
 $\pi = 3$ O espelho deve ser considerado esférico.
 Distância Terra-Sol = $1,5 \times 10^{11}\text{m}$.
 Diâmetro do Sol = $1,5 \times 10^9\text{m}$.
 Calor específico do Al = $1\text{J}/(\text{gK})$. Densidade de potência solar incidindo sobre o espelho principal do telescópio = $1\text{kW}/\text{m}^2$.
 O diâmetro do disco de alumínio é igual ao da imagem do Sol.
 Desconsidere perdas de calor pelo disco de alumínio.