Tópico 5

1 (Unifei-MG) Um estudante construiu uma caixa retangular provida de uma lente biconvexa de distância focal f = 50,0 mm e pretende usá-la como máquina fotográfica. A distância entre a lente e a parte posterior da caixa onde será registrada a imagem pelo filme é de 150 mm. A que distância à frente da lente deve se localizar um objeto para que sua foto fique perfeitamente focalizada?

Resolução:

Gauss: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

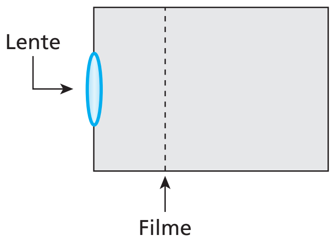
$$\frac{1}{50,0} = \frac{1}{p} + \frac{1}{150}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{1}{50,0} - \frac{1}{150} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{3-1}{150} = \frac{2}{150}$$

$$\boxed{p = 75,0 \text{ mm}}$$

Resposta: 75,0 mm

2 (UFMG) Rafael, fotógrafo lambe-lambe, possui uma câmara fotográfica que consiste em uma caixa com um orifício, onde é colocada uma lente. Dentro da caixa, há um filme fotográfico, posicionado a uma distância ajustável em relação à lente. Essa câmara está representada, esquematicamente, nesta figura:

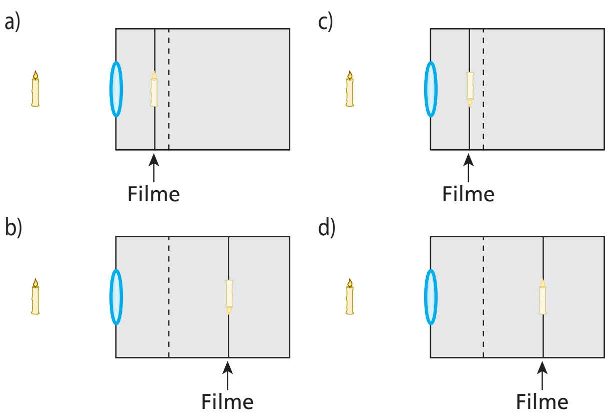


Para produzir a imagem nítida de um objeto muito distante, o filme deve ser colocado na posição indicada pela linha tracejada.

No entanto, Rafael deseja fotografar uma vela que está próxima a essa câmara.

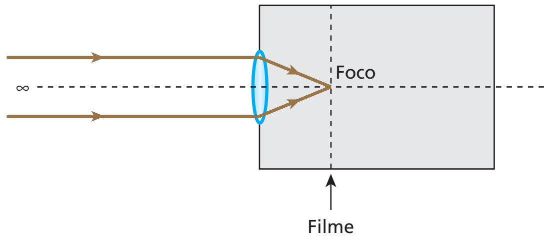
Para obter uma imagem nítida, ele, então, move o filme em relação à posição acima descrita.

Indique a alternativa cujo diagrama melhor representa a posição do filme e a imagem da vela que é projetada nele.

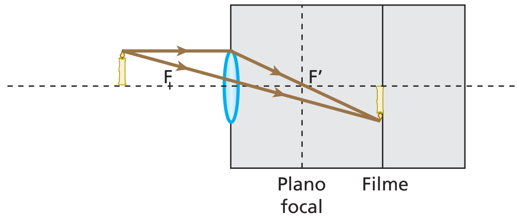


Resolução:

(I) **Objeto muito distante:** A imagem é formada no plano focal da lente.



(II) **Vela próxima à câmara:** A imagem projetada sobre o filme é real, invertida e está situada além do plano focal da lente.



Resposta: b

3 A lente de um projetor de *slides* está a uma distância de 4,1 m da tela de projeção. Um *slide* de 35 mm de altura tem sua imagem projetada na tela com 1,4 m de altura. Qual a distância focal da lente do equipamento?

Resolução:

(I) $\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$

$$-\frac{1400}{35} = -\frac{4,1}{p}$$

$$\boxed{p = 0,1025 \text{ m} = 10,25 \text{ cm}}$$

(II) $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10,25} + \frac{1}{410}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{410 + 10,25}{4202,5}$$

$$f = \frac{4202,5}{420,25} \text{ (cm)}$$

$$\boxed{f = 10 \text{ cm}}$$

Resposta: 10 cm

4 Deve-se projetar em uma tela a imagem de um *slide* que se encontra a 5,0 cm da lente do projetor. Sabendo que as alturas do *slide* e de sua imagem valem, respectivamente, 3,0 cm e 180 cm, calcule:

a) a distância da tela à lente do projetor;

b) a distância focal da lente do projetor.

Resolução:

a) $\dfrac{i}{o} = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow -\dfrac{180}{3,0} = -\dfrac{p'}{5,0}$

$\boxed{p' = 300 \text{ cm} = 3,0 \text{ m}}$

b) $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{p} + \dfrac{1}{p'}$

$\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{5,0} + \dfrac{1}{300} \Rightarrow \boxed{f \simeq 4,9 \text{ cm}}$

Respostas: a) 3,0 m; b) ≃ 4,9 cm

5 Uma lupa com 5,0 cm de distância focal amplia cinco vezes o tamanho de um pequeno objeto luminoso. Nessas condições, determine a distância entre o objeto e sua imagem.

Resolução:

$A = \dfrac{f}{f - p}$

$5 = \dfrac{5,0}{5,0 - p} \Rightarrow p = 4,0 \text{ cm}$

$A = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow 5 = \dfrac{-p'}{4,0}$

$p' = -20 \text{ cm}$

$d = |p'| - p = 20 - 4,0 \Rightarrow \boxed{d = 16 \text{ cm}}$

Resposta: 16 cm

6 (Fatec-SP) Um colecionador examina um selo com uma lupa localizada a 2,0 cm do selo e observa uma imagem 5 vezes maior.

a) Determine a distância focal da lupa.
b) Faça, em seu caderno, um esquema gráfico dos raios de luz representando a lupa, o selo, a imagem do selo e o olho do colecionador.

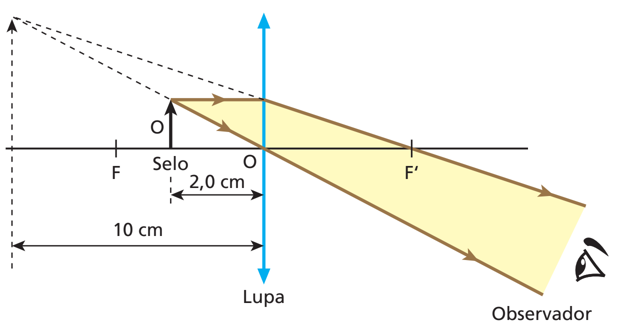
Resolução:

a) $A = \dfrac{f}{f - p} \Rightarrow 5 = \dfrac{f}{f - 2,0}$

$5f - 10 = f \Rightarrow 4f = 10$

$\boxed{f = 2,5 \text{ cm}}$

b)

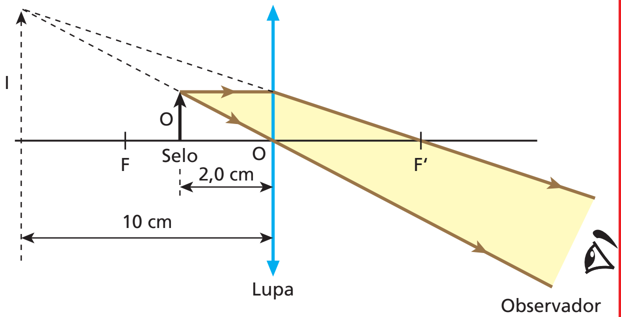


$A = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow 5 = -\dfrac{p'}{2,0}$

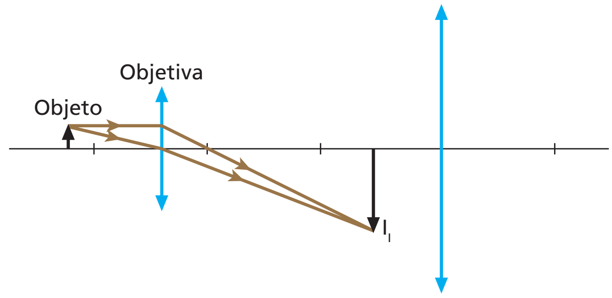
$\boxed{p' = -10 \text{ cm}}$

Respostas: a) 2,5 cm

b)



7 (Unesp-SP) Em uma aula sobre óptica, o professor explica aos seus alunos o funcionamento básico de um microscópio óptico composto, que pode ser representado por duas lentes convergentes, a objetiva e a ocular. Quando o objeto a ser visualizado é colocado próximo à objetiva, uma imagem ampliada I_I é formada entre a ocular e o foco da ocular, como esquematizado na figura. Essa imagem é, então, ampliada pela ocular, gerando a imagem I_{II}, vista pelo observador.

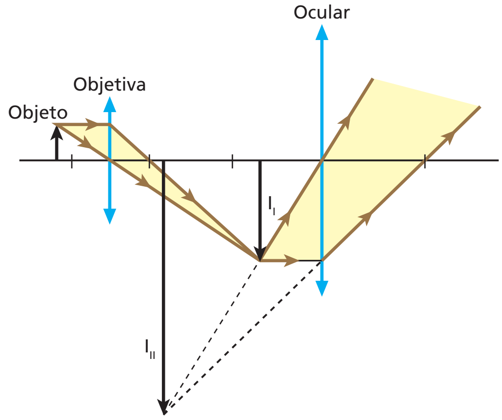


Sendo assim:

a) copie a figura em seu caderno e complete-a com raios de luz que mostrem a formação da imagem I_{II} gerada pela ocular;
b) classifique como real ou virtual as imagens I_I e I_{II}.

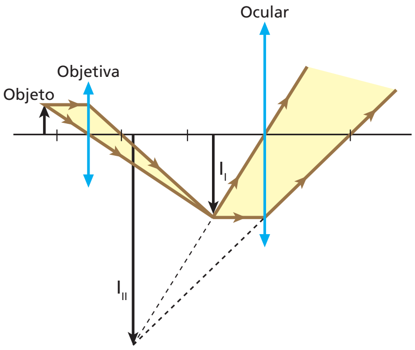
Resolução:

a) Completando a figura fornecida, temos:



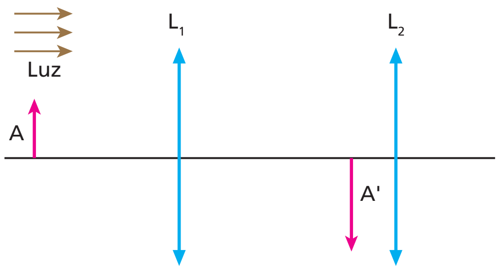
b) Classificação das imagens:
a imagem I_I é **real** (formada por um feixe cônico convergente);
a imagem I_{II} é **virtual** (formada por um feixe cônico divergente).

Respostas: a)



b) I_I é real e I_{II} é virtual.

8 Um objeto **A** está situado a 5 cm de uma lente convergente L_1, cuja distância focal é de 4 cm. Uma segunda lente convergente, idêntica à anterior, é colocada a 2 cm de distância da imagem A′ conjugada por L_1. A figura ilustra a situação descrita:



a) A que distância de L_1 encontra-se L_2?
b) Qual a ampliação total do sistema L_1L_2?

Resolução:

a) **Lente L_1:**

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'_1}$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{5} + \frac{1}{p'_1} \Rightarrow p'_1 = 20 \text{ cm}$$

$$L_1L_2 = p'_1 + 2 \text{ cm} = 20 \text{ cm} + 2 \text{ cm}$$

$$\boxed{L_1L_2 = 22 \text{ cm}}$$

b) $|A| = |A_1| \cdot |A_2|$

Lente L_1:

$$|A_1| = \frac{20 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \Rightarrow |A_1| = 4$$

Lente L_2:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2}$$

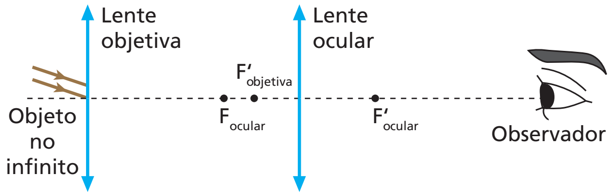
$$\frac{1}{4} = \frac{1}{2} + \frac{1}{p'_2} \Rightarrow p'_2 = -4 \text{ cm}$$

$$|A_2| = \frac{4 \text{ cm}}{2 \text{ cm}} \Rightarrow |A_2| = 2$$

Assim: $|A| = 4 \cdot 2 \Rightarrow \boxed{|A| = 8}$

Respostas: a) 22 cm; b) 8 vezes

9 (UFF-RJ – mod.) A utilização da luneta astronômica de Galileu auxiliou na construção de uma nova visão do Universo. Esse instrumento óptico, composto por duas lentes – **objetiva** e **ocular** –, está representado no esquema a seguir.

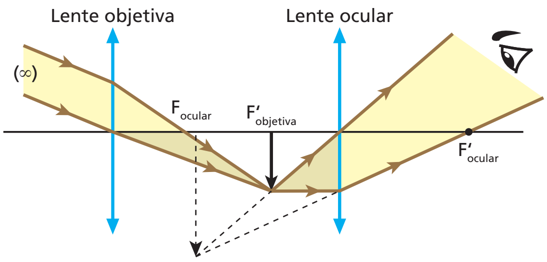


Considere a observação de um astro no “infinito” por meio da luneta astronômica de Galileu. Nesse caso, as imagens do objeto formadas pelas lentes objetiva e ocular são, respectivamente:

a) real e direita em relação ao astro; virtual e direita em relação à imagem da objetiva.
b) real e invertida em relação ao astro; virtual e invertida em relação à imagem da objetiva.
c) virtual e invertida em relação ao astro; real e invertida em relação à imagem da objetiva.
d) virtual e direita em relação ao astro; real e invertida em relação à imagem da objetiva.
e) real e invertida em relação ao astro; virtual e direita em relação à imagem da objetiva.

Resolução:

A imagem real e invertida que a objetiva gera no seu plano focal ($F'_{objetiva}$) funciona como objeto real para a ocular. Essa lente, por sua vez, opera como lupa, produzindo uma imagem virtual e direita (em relação ao objeto que lhe deu origem), que será contemplada pelo observador. O esquema abaixo ilustra o funcionamento da luneta.



Resposta: e

10 **E.R.** A objetiva de uma câmera fotográfica tem distância focal de 100 mm e é montada num mecanismo tipo fole, que permite seu avanço e retrocesso. A câmera é utilizada para tirar duas fotos: uma aérea e outra de um objeto distante 30 cm da objetiva.

a) Qual o deslocamento da objetiva, de uma foto para a outra?
b) Da foto aérea para a outra, a objetiva afasta-se ou aproxima-se do filme?

Resolução:

a) Na obtenção da foto aérea, o motivo da foto comporta-se como objeto impróprio. Por isso, sua imagem forma-se no plano focal da objetiva. Assim:

$$p'_1 \simeq f$$

Logo:

$$\boxed{p'_1 = 100 \text{ mm}}$$

Para a outra foto, tem-se:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{1}{300} + \frac{1}{p'_2}$$

$$\boxed{p'_2 = 150 \text{ mm}}$$

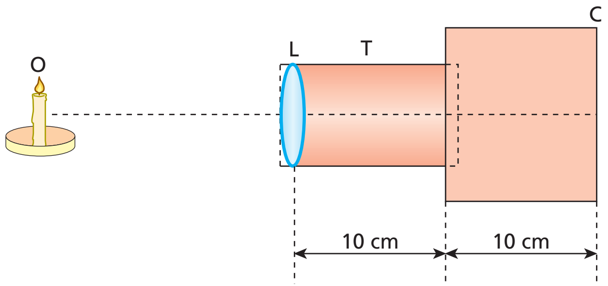
Seja **d** o deslocamento pedido. Então, é correto que:

$$d = p'_2 - p'_1 \Rightarrow d = 150 \text{ mm} - 100 \text{ mm}$$

$$\boxed{d = 50 \text{ mm}}$$

b) Como $p'_2 > p'_1$, pode-se concluir que da foto aérea para a outra a objetiva afasta-se do filme.

11 Um fotógrafo amador criou um dispositivo capaz de projetar imagens no fundo de uma câmara. Tal dispositivo, esquematizado a seguir, é composto por uma lente esférica convergente (**L**), de distância focal 12 cm, um tubo móvel (**T**) e uma câmara escura (**C**).



Ao se formar uma imagem nítida no fundo da câmara, o objeto luminoso (**O**) encontra-se a 60 cm da lente.

a) Calcule quanto foi necessário deslocar o tubo, em relação à posição inicial indicada na figura acima, para focalizar a imagem nítida no fundo da câmara.

b) Dê as características dessa imagem.

Resolução:

a) Do enunciado, temos: $f = 12$ cm e $p = 60$ cm

Utilizando a Equação de Gauss, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{12} = \frac{1}{60} + \frac{1}{p'}$$

$$\boxed{p' = 15 \text{ cm}}$$

Concluímos, portanto, que a distância da lente à imagem (fundo da câmara) é de 15 cm. Assim, para ajustar a posição da lente, devemos aprofundar o tubo 5 cm.

b) Utilizando a equação do Aumento Linear Transversal, vem:

$$A = -\frac{p'}{p}$$

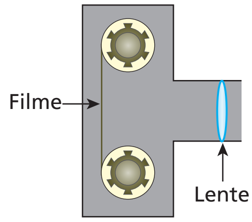
$$A = -\frac{15}{60}$$

$$\boxed{A = -\frac{1}{4}}$$

Assim, podemos afirmar que a imagem é real ($p' > 0$), invertida ($A < 0$) e quatro vezes menor que o objeto.

Respostas: a) 5 cm; b) Real, invertida e menor $\left(A = -\frac{1}{4}\right)$

12 (Unesp-SP) Uma câmara fotográfica rudimentar utiliza uma lente convergente de distância focal $f = 50$ mm para focalizar e projetar a imagem de um objeto sobre o filme. A distância da lente ao filme é $p' = 52$ mm. A figura mostra o esboço dessa câmara.



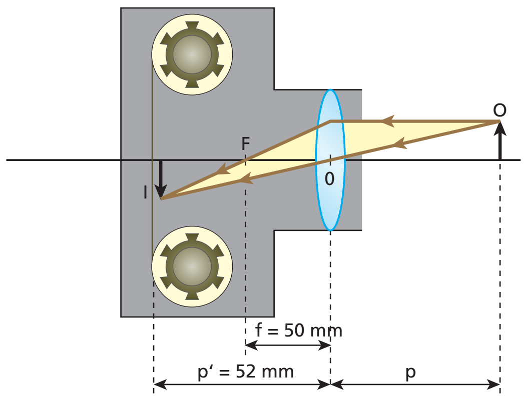
Para se obter uma boa foto, é necessário que a imagem do objeto seja formada exatamente sobre o filme e seu tamanho não deve exceder a área sensível do filme. Assim:

a) Calcule a posição em que o objeto deve ficar em relação à lente.

b) Sabendo que a altura máxima da imagem não pode exceder 36,0 mm, determine a altura máxima do objeto para que ele seja fotografado em toda a sua extensão.

Resolução:

A formação da imagem sobre o filme está esquematizada (fora de escala) abaixo.



a) **Equação de Gauss:**

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{50} = \frac{1}{p} + \frac{1}{52} \Rightarrow \frac{1}{p} = \frac{1}{50} - \frac{1}{52}$$

$$\frac{1}{p} = \frac{52 - 50}{50 \cdot 52} \Rightarrow p = \frac{50 \cdot 52}{2} \text{ (mm)}$$

$$\boxed{p = 1\,300 \text{ mm} = 1{,}3 \text{ m}}$$

b) $$\frac{y'}{y} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{36{,}0}{y} = -\frac{52}{1\,300}$$

$$y = -900 \text{ mm} \Rightarrow \boxed{h = 900 \text{ mm} = 90 \text{ cm}}$$

Respostas: a) 1,3 m; b) 90 cm

13 Deve ser projetada em uma tela a imagem de um *slide* que se encontra a 5 cm da lente do projetor. Sabendo que a altura do *slide* vale 3 cm e que a da imagem vale 180 cm, determine:

a) a distância da tela à lente do projetor;

b) a vergência da lente do projetor.

Resolução:

a) $\frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$

$-\frac{180}{3} = -\frac{p'}{5}$

$\boxed{p' = 300 \text{ cm} = 3 \text{ m}}$

b) $V = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

$V = \frac{1}{0{,}05} = \frac{1}{3} \text{ (di)}$

$\boxed{V \simeq 20{,}3 \text{ di}}$

Respostas: a) 3 m; b) ≃ 20,3 di

14 (Mack-SP) Um estudante de Física dispõe de uma lente biconvexa de índice de refração n = 1,6 e faces com raios de curvatura iguais a 10 cm. Com essa lente, ele deseja construir um projetor de diapositivos de forma que a película fique a 10 cm dela. Adote $n_{ar} = 1{,}0$. A que distância da lente deve ser projetada a imagem da película?

Resolução:

Halley:

$$\frac{1}{f} = (n_{2,1} - 1)\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right)$$

$$\frac{1}{f} = (1{,}6 - 1) \cdot \left(\frac{2}{10}\right) \Rightarrow \frac{1}{f} = 0{,}12 \text{ cm}^{-1}$$

Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow 0{,}12 = \frac{1}{10} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = 50 \text{ cm}}$$

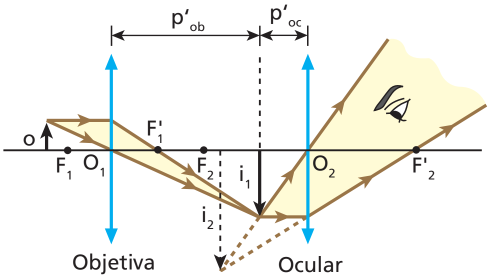
Resposta: 50 cm

15 E.R. Um microscópio composto é constituído de dois sistemas convergentes de lentes, associados coaxialmente: um é a objetiva, com distância focal de 4 mm, e o outro é a ocular, com distância focal de 6 cm. De um objeto distante 5 mm da objetiva o microscópio fornece uma imagem virtual, afastada 78 cm da ocular. Determine:

a) o aumento produzido pela objetiva;
b) o aumento produzido pela ocular;
c) a ampliação produzida pelo microscópio;
d) a distância da objetiva à ocular.

Resolução:

O esquema seguinte representa a situação proposta:



a) Para a objetiva:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{P_{ob}} + \frac{1}{p'_{ob}}$$

Com $f_{ob} = 4$ mm e $p_{ob} = 5$ mm, calculamos p'_{ob}:

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{5} + \frac{1}{p'_{ob}} \Rightarrow p'_{ob} = 20 \text{ mm} = 2 \text{ cm}$$

Logo, o aumento produzido pela objetiva é calculado por:

$$A_{ob} = -\frac{p'_{ob}}{p_{ob}} = -\frac{20 \text{ mm}}{5 \text{ mm}}$$

$$\boxed{A_{ob} = -4}$$

b) Para a ocular:

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{P_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}}$$

Com $f_{oc} = 6$ cm e $p'_{oc} = -78$ cm, calculamos p_{oc}:

$$\frac{1}{6} = \frac{1}{p_{oc}} - \frac{1}{78} \Rightarrow p_{oc} \simeq 5{,}6 \text{ cm}$$

Logo, o aumento produzido pela ocular é calculado por:

$$A_{oc} = -\frac{p'_{oc}}{p_{oc}} = -\frac{(-78 \text{ cm})}{5{,}6 \text{ cm}} \Rightarrow \boxed{A_{oc} = 14}$$

c) Para o microscópio, a ampliação fica determinada por:

$$|A| = |A_{ob}| \cdot |A_{oc}|$$

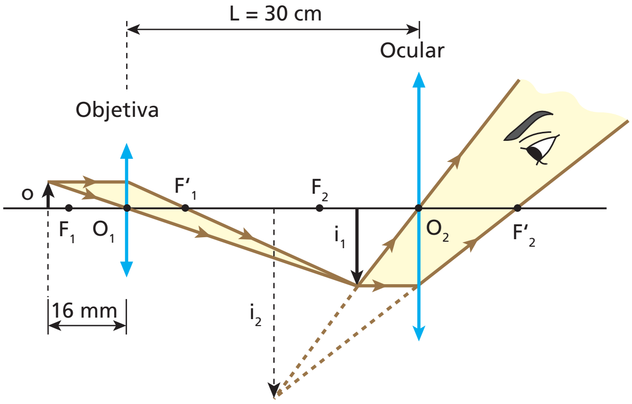
$$|A| = 4 \cdot 14 \Rightarrow \boxed{|A| = 56}$$

d) A distância da objetiva à ocular **d** é tal que:

$$d = p'_{ob} + p_{oc}$$

$$d = 2 \text{ cm} + 5{,}6 \text{ cm} \Rightarrow \boxed{d = 7{,}6 \text{ cm}}$$

16 A figura a seguir representa esquematicamente um microscópio óptico constituído por dois sistemas convergentes de lentes, dispostos coaxialmente: um é a objetiva, com distância focal de 15 mm, e o outro é a ocular, com distância focal de 9,0 cm.



Sabendo que para o objeto **o** o microscópio fornece a imagem final $\mathbf{i_2}$, calcule o módulo do aumento linear transversal produzido pelo instrumento.

Resolução:

O valor absoluto do aumento linear transversal fornecido pelo microscópio é dado por:

$|A| = |A_{ob}| \cdot |A_{oc}|$

1) Cálculo de $|A_{ob}|$:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{p_{ob}} + \frac{1}{p'_{ob}} \Rightarrow \frac{1}{15} = \frac{1}{16} + \frac{1}{p'_{ob}}$$

$P'_{ob} = 240$ mm = 24 cm

$$A_{ob} = -\frac{p'_{ob}}{p_{ob}} \Rightarrow A_{ob} = -\frac{240 \text{ mm}}{16 \text{ mm}}$$

$|A_{ob}| = 15$

2) Cálculo de $|A_{oc}|$:

$p'_{ob} + p_{oc} = L \Rightarrow 24\text{ cm} + p_{oc} = 30\text{ cm}$

$p_{oc} = 6{,}0\text{ cm}$

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \Rightarrow \frac{1}{9{,}0} = \frac{1}{6{,}0} + \frac{1}{p'_{oc}}$$

$p'_{oc} = -18\text{ cm}$

$$A_{oc} = -\frac{p'_{oc}}{p_{oc}} = -\frac{(-18\text{ cm})}{6{,}0\text{ cm}} \Rightarrow |A_{oc}| = 3$$

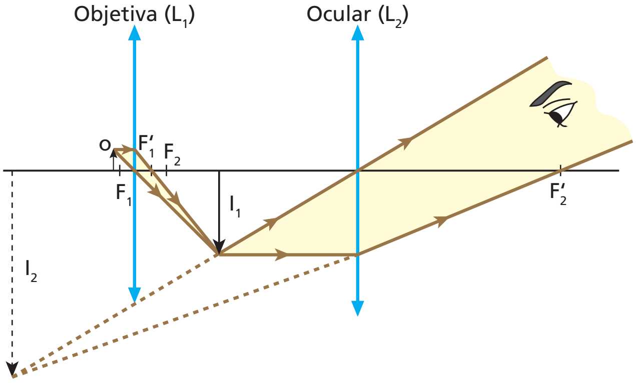
Com $|A_{ob}|$ e $|A_{oc}|$ calculados, vem:

$|A| = 15 \cdot 3 \Rightarrow \boxed{|A| = 45}$

O microscópio considerado fornece um aumento linear transversal de 45 vezes.

Resposta: 45 vezes

17 A figura a seguir mostra um esquema da formação de imagem em um microscópico óptico composto, constituído por duas lentes convergentes, associadas coaxialmente: uma é a objetiva, com distância de 4 mm, e a outra é a ocular, com distância focal de 6 cm.



Sabendo-se que um pequeno objeto ilumidado, colocado a uma distância igual a 5 mm da objetiva, fornece uma imagem final virtual (I_2), afastada 72 cm da ocular, pede-se para calcular o módulo do aumento total fornecido pelo instrumento.

Resolução:

(I) Em relação à objetiva:

$$A_{ob} = \frac{f_{ob}}{f_{ob} - p_{ob}} \Rightarrow A_{ob} = \frac{4}{4-5}$$

Donde: $\boxed{A_{ob} = -4}$

(II) Em relação à ocular:

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \Rightarrow \frac{1}{6} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{72}$$

$$\frac{1}{p_{oc}} = \frac{1}{6} + \frac{1}{72} = \frac{12+1}{72}$$

Donde: $\boxed{p_{oc} = \frac{72}{13}\text{ cm}}$

$$A_{oc} = -\frac{p'_{oc}}{p_{oc}} \Rightarrow A_{oc} = -\frac{(-72)}{\frac{72}{13}}$$

Logo: $\boxed{A_{oc} = 13}$

(III) Em relação ao microscópio:

$$A = \frac{i_2}{o} = \frac{i_1}{o} \cdot \frac{i_2}{i_1}$$

Donde: $\boxed{A = A_{ob} \cdot A_{oc}}$

$|A| = |A_{ob}| \cdot |A_{oc}| \Rightarrow |A| = 4 \cdot 13$

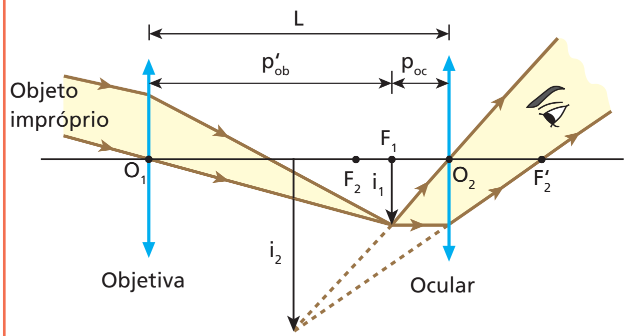
$\boxed{|A| = 52}$

Resposta: 52 vezes

18 **E.R.** Uma luneta é constituída de uma objetiva e uma ocular, associadas coaxialmente e acopladas a um tubo, cujo interior é fosco. Com o uso do referido instrumento, focaliza-se um corpo celeste e a imagem final visada pelo observador forma-se a 60 cm da ocular. Sabendo que a objetiva e a ocular têm distâncias focais de 80 cm e 20 cm, respectivamente, calcule o comprimento da luneta (distância entre a objetiva e a ocular).

Resolução:

O esquema seguinte ilustra a situação proposta:



O comprimento da luneta (**L**) é tal que:

$$L = p'_{ob} + p_{oc}$$

O corpo celeste, estando muito afastado da luneta, comporta-se como objeto impróprio para a objetiva, que conjuga a ele uma imagem em seu plano focal. Assim, podemos escrever que:

$$p'_{ob} \simeq f_{ob} = 80\text{ cm}$$

A imagem produzida pela objetiva faz o papel de objeto real para a ocular, que dá a imagem final virtual visada pelo observador.

Em relação à ocular, tem-se que:

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{p_{oc}} - \frac{1}{60}$$

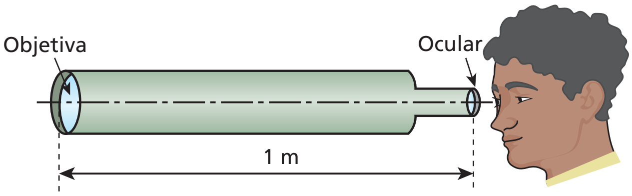
$$\frac{1}{p_{oc}} = \frac{1}{20} + \frac{1}{60} \Rightarrow p_{oc} = 15\text{ cm}$$

Com $p'_{ob} \simeq 80$ cm e $p_{oc} = 15$ cm, determinamos o comprimento da luneta:

$$L = p'_{ob} + p_{oc} = 80\text{ cm} + 15\text{ cm}$$

$$\boxed{L = 95\text{ cm}}$$

19 O esquema abaixo ilustra uma luneta rudimentar, em que tanto a objetiva como a ocular são sistemas refratores convergentes. O instrumento está focalizado para um astro muito afastado e sua objetiva dista 1 m da ocular, cuja abscissa focal vale 4 cm. Sabendo que a imagem final visada pelo observador se situa a 12 cm da ocular, calcule a abscissa focal da objetiva.



Resolução:

Em relação à ocular:

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{p_{oc}} - \frac{1}{12}$$

$p_{oc} = 3$ cm

Em relação à objetiva:

$L = p'_{ob} + p_{oc} \Rightarrow 100 \text{ cm} = p'_{oc} + 3 \text{ cm}$

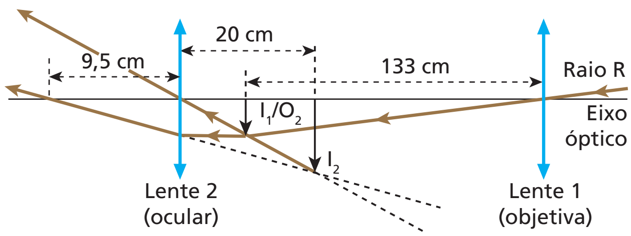
$p'_{ob} = 97$ cm

O objeto visado é, para a objetiva, **impróprio**. Por isso:

$\boxed{f_{ob} \simeq p'_{ob} = 97 \text{ cm}}$

Resposta: 97 cm

20 (Unicamp-SP) Um dos telescópios usados por Galileu por volta do ano de 1610 era composto por duas lentes convergentes, uma objetiva (lente **1**) e uma ocular (lente **2**), de distâncias focais a 133 cm e 9,5 cm, respectivamente. Na observação de objetos celestes, a imagem (I_I) formada pela objetiva situa-se praticamente no seu plano focal. Na figura (fora de escala), o raio **R** é proveniente da borda do disco lunar e o eixo óptico passa pelo centro da Lua.

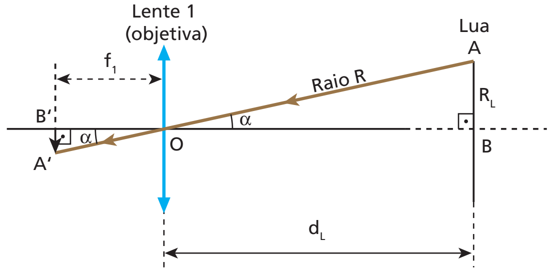


a) A Lua tem 1 750 km de raio e fica a aproximadamente 384 000 km da Terra. Qual é o raio da imagem da Lua (I_I) formada pela objetiva do telescópio de Galileu?

b) Uma segunda imagem (I_2) é produzida pela ocular a partir daquela formada pela objetiva (a imagem da objetiva (I_I) torna-se objeto (O_2) para a ocular). Essa segunda imagem é virtual e situa-se a 20 cm da lente ocular. A que distância a ocular deve ficar da objetiva do telescópio para que isso ocorra?

Resolução:

a)

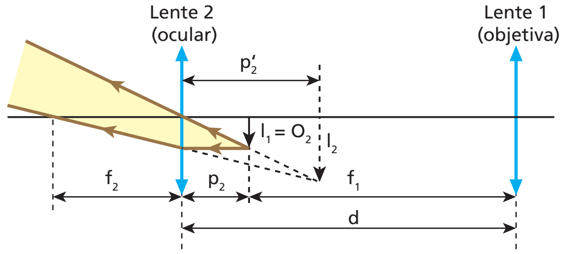


Da semelhança entre os triângulos ABO e A'B'O, vem:

$$\frac{R_{I_1}}{f_1} = \frac{R_L}{d_L} \Rightarrow \frac{R_{I_1}}{133} = \frac{1750}{384000}$$

$\boxed{R_{I_1} \simeq 0{,}61 \text{ cm}}$

b)



1) Aplicando a Equação de Gauss, vem:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2}$$

$$\frac{1}{9{,}5} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{(-20)}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{9{,}5} + \frac{1}{p_2}$$

$$\frac{1}{p_2} = \frac{29{,}5}{190}$$

$\boxed{p_2 \simeq 6{,}4 \text{ cm}}$

2) A distância entre as lentes é dada por:

$d = p_2 = f_1$

$d = 6{,}4 + 133$ (cm)

$\boxed{d \simeq 139{,}4 \text{ cm}}$

Respostas: a) $R_{I_1} \simeq 0{,}61$ cm; b) $d \simeq 139{,}4$ cm

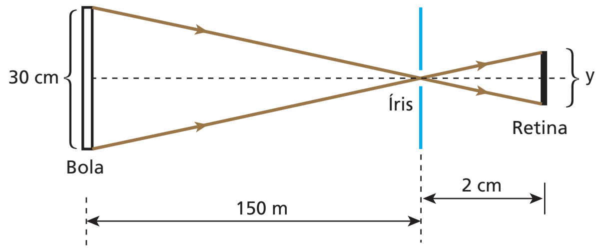
21 (Uerj) Uma partida de futebol, jogada com uma bola de 30 cm de diâmetro, é observada por um torcedor. A distância da íris à retina desse torcedor é aproximadamente igual a 2 cm.

O tamanho da imagem da bola, em micrômetros, que se forma na retina do torcedor, quando a bola está a 150 m de distância, vale, aproximadamente:

Nota: 1 micrômetro = 1 μm = 10^{-6} m

a) 1.
b) 40.
c) 300.
d) 800.
e) 900.

Resolução:
Na figura abaixo, está esquematizada, fora de escala, a formação da imagem na retina do olho do torcedor.



Semelhança de triângulos:

$$\frac{30}{150 \cdot 10^2} = \frac{y}{2}$$

$$y = \frac{60}{15 \cdot 10^3}\,\text{cm} = 4 \cdot 10^{-3}\text{cm} = 4 \cdot 10^{-3} \cdot 10^4\ \mu\text{m}$$

$$\boxed{y = 40\ \mu\text{m}}$$

Resposta: b

22 Um observador visa fixamente um objeto, que se aproxima do seu globo ocular com velocidade constante. Durante a aproximação do objeto, é **correto** afirmar que a distância focal do cristalino do olho do observador:
a) aumenta.
b) diminui.
c) permanece constante.
d) aumenta, para depois diminuir.
e) diminui, para depois aumentar.

Resolução:
Utilizando-se a Equação de Gauss:

Objeto distante: $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'}$

Objeto próximo: $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'}$

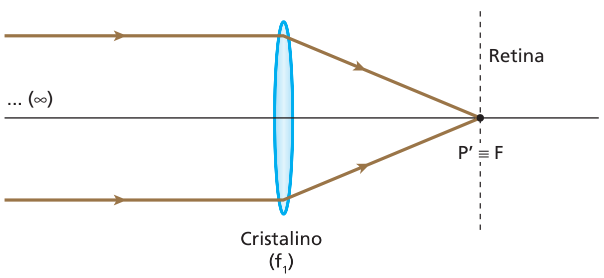
Sendo p′ constante ("profundidade" do globo ocular), tem-se:

$$p_2 < p_1 \Rightarrow \frac{1}{p_2} > \frac{1}{p_1}$$

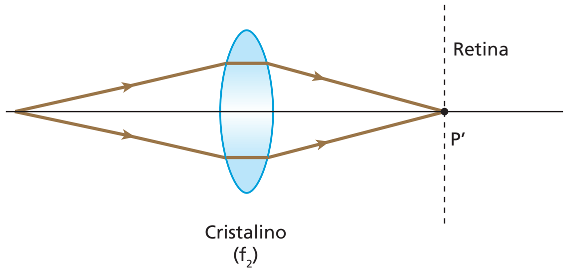
Logo: $\frac{1}{f_2} > \frac{1}{f_1}$

Donde: $\boxed{f_2 < f_1}$

(I) Olho acomodado para um objeto distante:



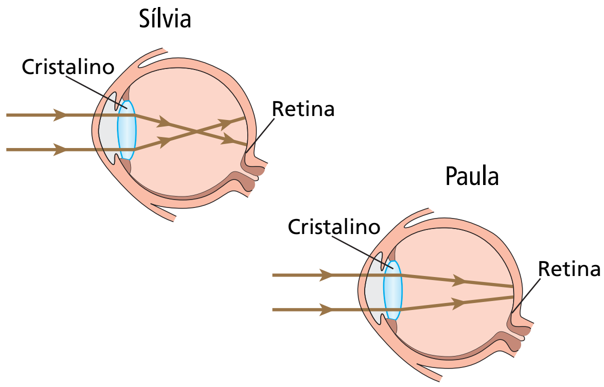
(II) Olho acomodado para um objeto próximo:



$$\boxed{f_2 < f_1}$$

Resposta:b

23 (UFMG) Após examinar os olhos de Sílvia e de Paula, o oftalmologista apresenta suas conclusões a respeito da formação de imagens nos olhos de cada uma delas, na forma de diagramas esquemáticos, como mostrado nestas figuras:



Com base nas informações contidas nessas figuras, é correto afirmar que:
a) apenas Sílvia precisa corrigir a visão e, para isso, deve usar lentes divergentes.
b) ambas precisam corrigir a visão e, para isso, Sílvia deve usar lentes convergentes e Paula, lentes divergentes.
c) apenas Paula precisa corrigir a visão e, para isso, deve usar lentes convergentes.
d) ambas precisam corrigir a visão e, para isso, Sílvia deve usar lentes divergentes e Paula, lentes convergentes.

Resolução:
Silvia é míope e a correção da miopia se faz com lentes *divergentes*.
Paula é hipermetrope e a correção da hipermetropia se faz com lentes *convergentes*.

Resposta: d

24 (Acafe-SC) O uso de óculos para corrigir defeitos da visão começou no final do século XIII e, como não se conheciam técnicas para o polimento do vidro, as lentes eram rústicas e forneciam imagens deformadas. No período da Renascença, as técnicas foram aperfeiçoadas e surgiu a profissão de fabricante de óculos. Para cada olho defeituoso, existe um tipo conveniente de lente que, associado a ele, corrige a anomalia.
Considere a receita abaixo, fornecida por um médico oftalmologista a uma pessoa com dificuldades para enxergar nitidamente objetos afastados.

		Lentes esféricas	Lentes cilíndricas	Eixo	DP
Longe	OD	–2,0 di	—	105°	63 mm
	OE	–2,5 di	—	105°	63 mm
Perto	OD	—	—	—	—
	OE	—	—	—	—

DP – Distância entre os eixos dos olhos
OD – Olho direito
OE – Olho esquerdo

Em relação ao exposto, é **incorreta** a alternativa:
a) A pessoa apresenta miopia.
b) A distância focal da lente direita tem módulo igual a 50 cm.
c) As lentes são divergentes.
d) Essas lentes podem funcionar como lentes de aumento.
e) As imagens fornecidas por essas lentes serão virtuais.

Resolução:
a) CORRETA.
Lentes com vergência negativa são indicadas para a correção da *miopia*.

b) CORRETA.

$$f = \frac{1}{V} \Rightarrow f_{OD} = \frac{1}{(-2,0)}\,(m) = -\frac{100}{2,0}\,(cm)$$

$$f_{OD} = -50\ cm \Rightarrow \boxed{|f_{OD}| = 50\ cm}$$

c) CORRETA.
Lentes "negativas" $\Rightarrow$ Divergentes

d) INCORRETA.
Para objetos reais, as imagens produzidas por lentes divergentes são sempre reduzidas (menores).

e) CORRETA.
As lentes divergentes utilizadas na correção da miopia fornecem imagens virtuais.

Resposta: d

25 Para o olho emetrope (ou normal), o ponto remoto é impróprio (localizado no "infinito"), enquanto o ponto próximo situa-se a 25 cm do olho. Admitindo que a distância do cristalino à retina seja de 15 mm, determine:
a) as distâncias focais do cristalino quando acomodado para o ponto remoto e para o ponto próximo;
b) a variação da convergência do cristalino quando um objeto é deslocado do ponto remoto para o ponto próximo.

Resolução:
a) Com o olho acomodado para o ponto remoto, têm-se os seguintes dados:
$p_f \to \infty$ $p'_1 = 15\ mm = 1,5\ cm$
Calculemos f_1, que é a distância focal do cristalino para o caso:

$$\frac{1}{f_1} = \underbrace{\frac{1}{\infty}}_{\text{tende a zero}} + \frac{1}{1,5} \Rightarrow \boxed{f_1 = 15\ mm}$$

Com o olho acomodado para o ponto próximo, têm-se os seguintes dados: $p_2 = 25$ cm e $p'_2 = 1,5$ cm. Calculemos f_2, que é a distância focal do cristalino para o caso:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{25} + \frac{1}{1,5} \Rightarrow \boxed{f_2 \simeq 14\ mm}$$

b) A convergência do cristalino para o ponto remoto é V_1, tal que:

$$V_1 = \frac{1}{f_1} = \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-2}\ m}$$

A convergência do cristalino para o ponto próximo é V_2, tal que:

$$V_2 = \frac{1}{f_2} = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}\ m} + \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-2}\ m}$$

Do ponto remoto para o próximo, a variação da convergência do cristalino é ΔV, que pode ser dada por:

$$\Delta V = V_2 - V_1$$

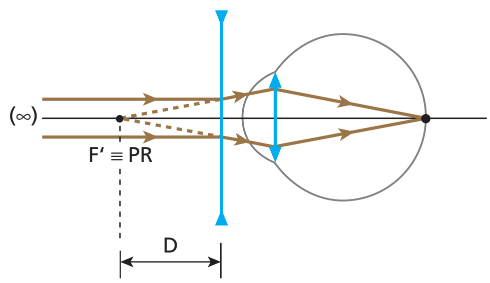
$$\Delta V = \frac{1}{25 \cdot 10^{-2}\ m} + \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-2}\ m} - \frac{1}{1,5 \cdot 10^{-2}\ m}$$

Da qual: $\boxed{\Delta V = 4,0\ m^{-1} = 4,0\ di}$

Respostas: a) 15 mm, $\simeq$ 14 mm; b) 4,0 di

26 E.R. Considere um olho míope. Se seu ponto remoto está a 50 cm de distância, qual o tipo da lente corretiva a ser utilizada (convergente ou divergente) e qual sua vergência? (Considere desprezível a distância entre a lente e o olho.)

Resolução:



Para um objeto impróprio, a lente corretiva deve fornecer uma imagem virtual situada no ponto remoto do olho míope. Essa imagem funciona como objeto real para o olho.
A lente corretiva deve ser divergente e o módulo da sua vergência deve igualar-se ao inverso da distância máxima de visão distinta do olho míope:

$$|V| = \frac{1}{D}$$

$$|V| = \frac{1}{50\ cm} = \frac{1}{0,50\ m} \Rightarrow |V| = 2,0\ di$$

Portanto:

A lente corretiva deve ser divergente e sua vergência deve valer –2,0 di.

27 (UFPR – mod.) No livro *O senhor das moscas*, de William Golding, um grupo de crianças está perdido em uma ilha. Segundo a narração, elas conseguiam fazer fogo usando as lentes dos óculos do personagem Porquinho, que tinha forte miopia.

a) A técnica utilizada pelas crianças pode ser empregada na vida real?

b) Supondo que Porquinho utilizasse lentes com vergência de módulo igual a 5,0 di, qual a distância máxima de visão distinta sem o auxílio de suas lentes?

c) Nas condições do item anterior, determine a abscissa focal e o tipo de lente que deve ser justaposta à lente utilizada por Porquinho para que seja possível atear fogo em um fino graveto colocado perpendicularmente ao eixo principal da associação e a 60 cm dela.

Resolução:

a) Não, pois as lentes corretivas de **Porquinho** são divergentes e, para "concentrar" os raios solares, são necessárias lentes convergentes.

b) $D = \frac{1}{|V|} \Rightarrow D = \frac{1}{5{,}0}$ (m)

$\boxed{D = 0{,}20 \text{ m} = 20 \text{ cm}}$

c) $V = V_1 + V_2 \Rightarrow \frac{1}{f} = V_1 + \frac{1}{f_2}$

$\frac{1}{0{,}60} = -5{,}0 + \frac{1}{f_2}$

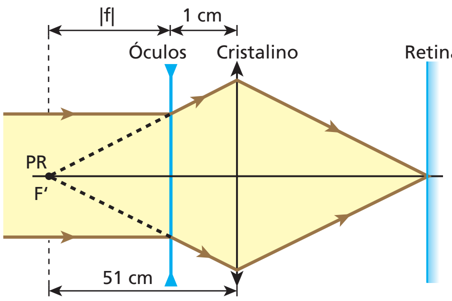
$\boxed{f_2 = 0{,}15 \text{ m} = 15 \text{ cm}}$ ($f_2 > 0 \Rightarrow$ lente convergente)

Respostas: a) Não, pois as lentes corretivas de Porquinho são divergentes e, para "concentrar" os raios solares, são necessárias lentes convergentes; b) 20 cm; c) 15 cm, convergente

28 (Unitau-SP) O ponto remoto de um míope situa-se a 51 cm de seus olhos. Supondo que seja de 1,0 cm a distância entre seus olhos e as lentes dos óculos, podemos afirmar que, para a correção do defeito visual, podemos usar uma lente de vergência:

a) 3,0 di. b) –3,0 di. c) –2,0 di. d) 2,0 di. e) 4,0 di.

Resolução:



$|f| + 1 = 51$

$|f| = 50 \text{ cm} = 0{,}50 \text{ m}$

$\boxed{f = -0{,}50 \text{ m}}$

$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{(-0{,}50)}$ di

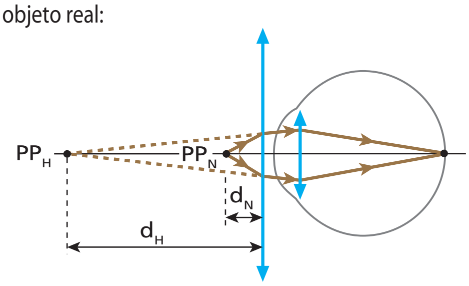
$\boxed{V = -2{,}0 \text{ di}}$

Resposta: c

29 **E.R.** Num olho hipermetrope, o ponto próximo situa-se a 50 cm de distância. Sabendo que no olho emetrope a distância mínima de visão distinta vale 25 cm, determine a vergência da lente corretiva para a hipermetropia considerada (despreze a distância da lente corretiva ao olho).

Resolução:

Para um objeto situado no ponto próximo emetrope (normal), a lente corretiva deve produzir uma imagem virtual, posicionada no ponto próximo hipermetrope. Essa imagem desempenha para o olho o papel de objeto real:



A lente corretiva deve ser convergente e sua vergência é calculada conforme segue:

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

Temos $|p| = d_N = 25 \text{ cm} = 0{,}25$ m e

$|p'| = d_H = 50 \text{ cm} = 0{,}50$ m.

Lembrando que a imagem é virtual ($p' < 0$), temos:

$$V = \frac{1}{0{,}25} - \frac{1}{0{,}50} \Rightarrow \boxed{V = +2{,}0 \text{ di}}$$

Portanto:

A lente corretiva deve ser convergente e sua vergência deve valer +2,0 di.

30 (UFC-CE) Foi convencionado que indivíduos com "visão normal" têm distância máxima de visão distinta infinitamente grande ($D \to \infty$) e distância mínima de visão distinta igual a 25 cm. Considere uma pessoa que, sem usar lentes de correção, só consegue ver nitidamente objetos colocados em distâncias além de 40 cm de seus olhos. Para que a visão seja "normal", qual deve ser a dioptria das lentes corretivas?

Resolução:

A pessoa é hipermetrope.

$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

$V = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H}$

$V = \frac{1}{0{,}25} - \frac{1}{0{,}40}$ (di)

Da qual: $\boxed{V = +1{,}5 \text{ di}}$

Resposta: +1,5 di

31 Um homem, ao consultar seu oculista, recebe a recomendação para usar lentes corretivas com vergência de +3,0 di. Sabe-se que na visão normal o ponto próximo situa-se a 25 cm do olho.

a) O homem é míope ou hipermetrope?

b) A que distância mínima dos olhos o homem deverá colocar um jornal, para que possa ler sem óculos?

Resolução:

a) O homem é **hipermetrope**, pois a vergência de suas lentes corretivas é positiva (+3,0 di).

b) $V = \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

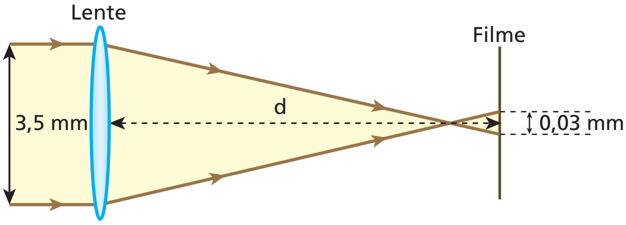
Como V = +3,0 di e $p = d_N$ = 25 cm = 0,25 m, calculemos p':

$+3{,}0 = \frac{1}{0{,}25} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = -1{,}0 \text{ m}$

$\boxed{d_H = |p'| = 1{,}0 \text{ m}}$

Respostas: a) Hipermetrope; b) 1,0 m

32 (Unicamp-SP) Em uma máquina fotográfica de foco fixo, a imagem de um ponto no infinito é formada **antes** do filme, conforme ilustra o esquema.

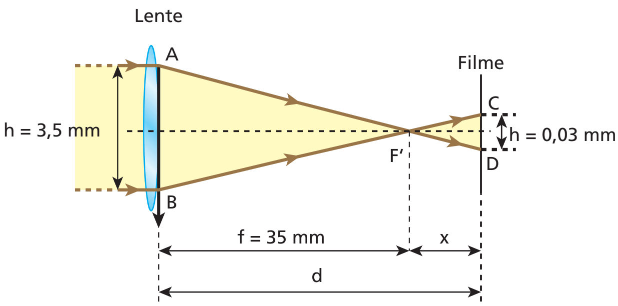


No filme, esse ponto está ligeiramente desfocado e sua imagem tem 0,03 mm de diâmetro. Mesmo assim, as cópias ampliadas ainda são nítidas para o olho humano. A abertura para a entrada de luz é de 3,5 mm de diâmetro e a distância focal da lente é de 35 mm.

a) Calcule a distância **d** do filme à lente.
b) A que distância da lente um objeto precisa estar para que sua imagem fique exatamente focalizada no filme?

Resolução:

a) 1) Como o objeto se encontra no infinito, os raios de luz dele provenientes incidem paralelamente ao eixo principal da lente (convergente) e consequentemente emergem desta em uma direção que passa pelo foco imagem principal (F'). Esquematicamente, temos:



2) Da semelhança entre os triângulos AF'B e DF'C, vem:

$\frac{H}{h} = \frac{f}{x}$

$\frac{3{,}5}{0{,}03} = \frac{35}{x}$

$\boxed{x = 0{,}3 \text{ mm}}$

3) Da figura, temos:

d = f + x

d = 35 + 0,3 (mm)

$\boxed{d = 35{,}3 \text{ mm}}$

b) Utilizando a Equação de Gauss, vem:

$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

$\frac{1}{35} = \frac{1}{p} + \frac{1}{35{,}3}$

Da qual: $\boxed{p \simeq 4\,118 \text{ mm}}$

Respostas: a) 35,3 mm; b) ≃ 4 118 mm

33 Um projetor rudimentar fornece, para um *slide* quadrado de 5,0 cm de lado, uma imagem também quadrada, porém com 50 cm de lado. Sabendo que a objetiva do projetor é constituída pela justaposição de duas lentes com vergências de –1,0 di e +6,0 di, calcule:

a) a distância do *slide* ao centro óptico da objetiva;
b) a distância da tela ao centro óptico da objetiva.

Resolução:

a) A ampliação linear transversal fornecida pelo sistema é negativa (imagem invertida) e calculada por:

$A = \frac{i}{o} \Rightarrow A = -\frac{50 \text{ cm}}{5 \text{ cm}} \Rightarrow A = -10$

A vergência da objetiva é dada conforme segue:

$V = V_1 + V_2 = -1 \text{ di} + 6 \text{ di}$

V = +5 di (sistema **convergente**)

A distância focal da objetiva é dada por:

$f = \frac{1}{V} \Rightarrow f = \frac{1}{5 \text{ di}} = 0{,}20 \text{ m}$

f = 20 cm

É sabido que: $A = \frac{f}{f - p}$

Com A = –10 e f = 20 cm, calculemos **p**, que é a distância do *slide* ao centro óptico da objetiva:

$-10 = \frac{20}{20 - p} \Rightarrow \boxed{p = 22 \text{ cm}}$

b) $A = -\frac{p'}{p}$

Com A = –10 e p = 22 cm, calculemos p', que é a distância da tela ao centro óptico da objetiva:

$-10 = -\frac{p'}{22 \text{ cm}} \Rightarrow \boxed{p' = 220 \text{ cm} = 2{,}2 \text{ m}}$

Respostas: a) 22 cm; b) 2,2 m

34 (Vunesp-SP) Dispondo-se de duas lentes convergentes de distâncias focais iguais a 1,00 cm, colocadas a uma distância **d** uma da outra e com seus eixos principais coincidentes, pretende-se obter uma imagem virtual 100 vezes ampliada de um pequeno objeto colocado a 2,00 cm da primeira lente. Qual deve ser a distância entre as lentes?

Resolução:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{p_{ob}} + \frac{1}{p'_{ob}} \Rightarrow \frac{1}{1{,}00} = \frac{1}{2{,}00} + \frac{1}{p'_{ob}}$$

$$p'_{ob} = 2{,}00 \text{ cm}$$

$$d = p'_{ob} + p_{oc} \Rightarrow p_{oc} = d - 2{,}00 \qquad \text{(I)}$$

$$|A| = |A_{ob}| \cdot |A_{oc}| \Rightarrow |A| = \frac{|p'_{ob}|}{|p_{ob}|} \frac{|p'_{oc}|}{|p_{oc}|}$$

$$100 = \frac{2{,}00}{2{,}00} \cdot \frac{|p'_{oc}|}{|p_{oc}|} \qquad \text{(II)}$$

Substituindo-se (I) em (II):

$$100 = \frac{|p'_{oc}|}{d - 2{,}00} \Rightarrow p'_{oc} = -100 \cdot (d - 2{,}00) \quad \text{(III)}$$

Nota: $p'_{oc} < 0$, pois a imagem é virtual.

$$\frac{1}{f_{oc}} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \Rightarrow \frac{1}{1{,}00} = \frac{1}{p_{oc}} + \frac{1}{p'_{oc}} \qquad \text{(IV)}$$

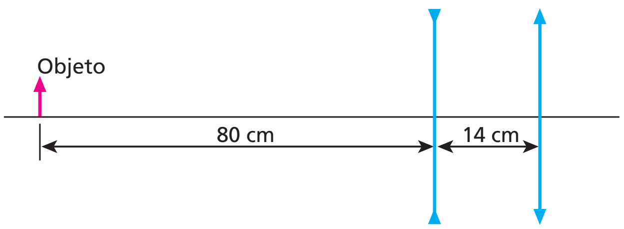
Substituindo-se (I) e (III) em (IV):

$$\frac{1}{1{,}00} = \frac{1}{d - 2{,}00} - \frac{1}{100\ (d - 2{,}00)}$$

Da qual: $\boxed{d = 2{,}99 \text{ cm}}$

Resposta: 2,99 cm

35 (ITA-SP) A figura mostra um instrumento óptico constituído de uma lente divergente, com distância focal $f_1 = -20$ cm, distante 14 cm de uma lente convergente, com distância focal $f_2 = 20$ cm. Se um objeto linear é posicionado a 80 cm à esquerda da lente divergente, pode-se afirmar que a imagem definitiva formada pelo sistema:



a) é real e o fator de ampliação linear do instrumento é –0,4.
b) é virtual, menor e direita em relação ao objeto.
c) é real, maior e invertida em relação ao objeto.
d) é real e o fator de ampliação linear do instrumento é –0,2.
e) é virtual, maior e invertida em relação ao objeto.

Resolução:
Seja L_1 a lente divergente e L_2 a lente convergente.
Em relação a L_1, temos:

Equação de Gauss: $\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'_1}$

$$-\frac{1}{20} = \frac{1}{80} + \frac{1}{p'_1} \Rightarrow \boxed{p'_1 = -16 \text{ cm}}$$

A imagem produzida por L_1 é virtual e está situada 16 cm à esquerda dessa lente. O aumento linear provocado por L_1 fica determinado por:

$$A_1 = -\frac{p'_1}{p_1} \Rightarrow A_1 = -\frac{(-16)}{80} \Rightarrow \boxed{A_1 = \frac{1}{5}}$$

A imagem produzida por L_1 é direita e menor que o objeto e funciona como objeto real para L_2.
Em relação a L_2, temos:

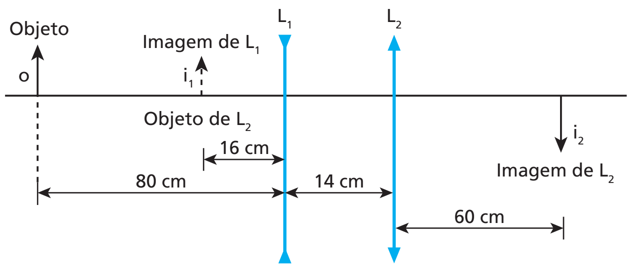
Equação de Gauss: $\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2}$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{16 + 14} + \frac{1}{p'_2} \Rightarrow \boxed{p'_2 = 60 \text{ cm}}$$

A imagem produzida por L_2 é real e está situada a 60 cm à direita dessa lente. O aumento linear provocado por L_2 fica determinado por:

$$A_2 = -\frac{p'_2}{p_2} \Rightarrow A_2 = -\frac{60}{30} \Rightarrow \boxed{A_2 = -2}$$

A imagem produzida por L_2 é invertida e maior que o objeto que lhe deu origem.
O esquema abaixo ilustra a situação proposta:



O aumento linear transversal produzido pelo sistema é dado por:

$$A_{sist} = \frac{i_2}{o} = \frac{i_1}{o} \cdot \frac{i_2}{i_1}$$

$$A_{sist} = A_1 \cdot A_2 \Rightarrow A_{sist} = \frac{1}{5} \cdot (-2)$$

$$\boxed{A_{sist} = -0{,}4}$$

Resposta: a

36 (UFC-CE) "O maior telescópio do mundo, o VLT (sigla em inglês para 'telescópio muito grande'), instalado em Cerro Paranal (Chile), começou a funcionar parcialmente na madrugada de ontem [...] Segundo o astrônomo João Steiner, quanto maior o espelho do telescópio, mais luz vinda do espaço ele coleta, numa proporção direta. O espelho do VLT tem um diâmetro de 16 m. O maior espelho em operação atualmente, instalado no telescópio Cekc, no Havaí (EUA), tem diâmetro de 10 m." (*Folha de S.Paulo*, 27/5/1998.)

Supondo que a única diferença entre o VLT e o Cekc seja o diâmetro dos seus espelhos, podemos afirmar que a quantidade de luz coletada pelo VLT, no intervalo de 1 h, é, aproximadamente:

a) igual a 0,25 vezes a quantidade de luz coletada pelo Cekc, nesse mesmo intervalo.
b) igual à quantidade de luz coletada pelo Cekc, nesse mesmo intervalo.
c) igual a 1,60 vezes a quantidade de luz coletada pelo Cekc, nesse mesmo intervalo.
d) igual a 2,56 vezes a quantidade de luz coletada pelo Cekc, nesse mesmo intervalo.
e) igual a 3,20 vezes a quantidade de luz coletada pelo Cekc, nesse mesmo intervalo.

Resolução:
Seja **I** a quantidade de luz coletada pelo espelho do telescópio durante 1 h. Conforme o enunciado, **I** é proporcional à área **A** do espelho.

$$I = KA \Rightarrow \boxed{I = \frac{K\pi D^2}{4}}$$

Assim:

$$\frac{I_{VLT}}{I_{Cekc}} = \frac{\frac{K\pi D^2_{VLT}}{4}}{\frac{K\pi D^2_{Cekc}}{4}} = \left(\frac{D_{VLT}}{D_{Cekc}}\right)^2$$

$$\frac{I_{VLT}}{I_{Cekc}} = \left(\frac{16}{10}\right)^2 \Rightarrow \boxed{I_{VLT} = 2{,}56\, I_{Cekc}}$$

Resposta: d

37 (PUC-SP) Uma luneta foi construída com duas lentes convergentes de distâncias focais respectivamente iguais a 100 cm e 10 cm. Uma pessoa de vista normal regula a luneta para observar a Lua e depois focaliza um objeto situado a 20 metros de distância. Para tanto, deve deslocar a ocular em aproximadamente:

a) 10 cm, aproximando-a da objetiva.
b) 10 cm, afastando-a da objetiva.
c) 5 cm, aproximando-a da objetiva.
d) 5 cm, afastando-a da objetiva.
e) 1 cm, afastando-a da objetiva.

Resolução:
Em relação à observação da Lua, temos:

$$L_1 = f_{ob} + p_{oc} \Rightarrow L_1 = 100 + p_{oc} \quad \text{(I)}$$

Em relação à observação do objeto distante 20 m da objetiva, temos:

$$\frac{1}{f_{ob}} = \frac{1}{p_{ob}} + \frac{1}{p'_{ob}} \Rightarrow \frac{1}{100} = \frac{1}{2000} + \frac{1}{p'_{ob}}$$

Da qual: $p'_{ob} \simeq 105$ cm

$$L_2 = p'_{ob} + p_{oc} \Rightarrow L_2 = 105 + p_{oc} \quad \text{(II)}$$

Comparando (I) e (II), podemos concluir que, do primeiro para o segundo caso, o comprimento da luneta aumenta 5 cm, o que pode ser feito afastando-se a ocular da objetiva.

Observe que p_{oc} foi considerado o mesmo nos dois casos, pois a ocular (lupa) deve fornecer uma imagem final no ponto próximo do olho do observador, suposto em contato com a citada lente. Com isso, nas duas situações, o observador percebe máxima ampliação.

Resposta: d

38 (Ufla-MG) O funcionamento de uma máquina fotográfica é semelhante ao olho humano. Quando o olho humano está fixado em um objeto distante, o músculo ciliar relaxa e o sistema córnea-cristalino atinge sua máxima distância focal, que corresponde à distância da córnea à retina. Quando o objeto está próximo ao olho humano, o músculo ciliar se contrai e aumenta a curvatura do cristalino, diminuindo, assim, a distância focal até que o objeto seja focalizado corretamente na retina, sendo esse processo chamado de acomodação. Considerando a máxima distância focal igual a 2,5 cm, pode-se afirmar que a variação da distância focal Δf do sistema córnea-cristalino do olho para manter em foco um objeto que é deslocado do infinito até um ponto próximo padrão de 25 cm é:

a) $+\frac{2{,}5}{11}$ cm.
b) 2,27 cm.
c) $-\frac{2{,}5}{11}$ cm.
d) −2,27 cm.
e) 0.

Resolução:
(I) A distância focal f_R (máxima), com o olho acomodado para um objeto situado no ponto remoto ($p_R \to \infty$), é a própria distância do cristalino à retina.

$$\boxed{f_R = 2{,}5 \text{ cm}}$$

(II) A distância focal f_P (mínima), com o olho acomodado para um objeto situado no ponto próximo ($p_P = 25$ cm), fica determinada pela Equação de Gauss:

$$\frac{1}{f_p} = \frac{1}{p_p} + \frac{1}{p'_p} \Rightarrow \frac{1}{f_p} = \frac{1}{25} + \frac{1}{2{,}5}$$

$$\frac{1}{f_p} = \frac{1+10}{25} \Rightarrow \boxed{f_p = \frac{25}{11} \text{ cm}}$$

(III) A variação de distância focal Δf do sistema córnea-cristalino, quando o objeto é deslocado do infinito até o ponto próximo, fica dada por:

$$\Delta f = f_P - f_R$$

$$\Delta f = \frac{25}{11} - 25 \text{ (cm)} \Rightarrow \Delta f = \frac{25 - 27{,}5}{11} \text{ (cm)}$$

Donde: $\boxed{\Delta f = -\frac{2{,}5}{11} \text{ cm}}$

Resposta: c

39 Considere as duas pessoas representadas a seguir. Devido às suas lentes corretivas, a da figura 1 aparenta ter os olhos muito pequenos em relação ao tamanho do seu rosto, ocorrendo o oposto com a pessoa da figura 2:

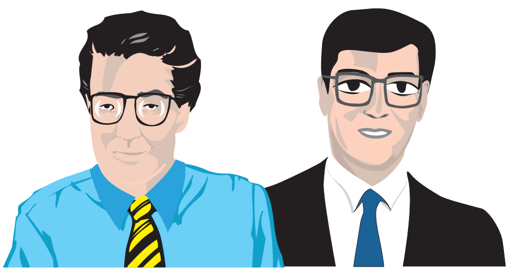


Figura 1 Figura 2

É correto concluir que:
a) a pessoa da figura 1 é míope e usa lentes convergentes.
b) a pessoa da figura 1 é hipermetrope e usa lentes divergentes.
c) a pessoa da figura 2 é míope e usa lentes divergentes.
d) a pessoa da figura 2 é hipermetrope e usa lentes convergentes.
e) as duas pessoas têm o mesmo defeito visual.

Resposta: d

40 (Vunesp-Fameca-SP) Sabe-se que o olho humano tem uma amplitude de acomodação visual que nos permite enxergar, normalmente, entre o ponto próximo (cerca de 25 cm) até o ponto remoto (infinito). No entanto, por vários fatores, ocorrem algumas anomalias visuais em uma parcela significativa da população. Acerca dessas anomalias, pode-se afirmar que, para corrigir o ponto:
a) remoto a 50 cm de um olho míope, é preciso usar lente convergente de 2,0 di de vergência.
b) remoto a 50 cm de um olho hipermetrope, é preciso usar lente divergente de –2,0 di de vergência.
c) remoto a 50 cm de um olho míope, é preciso usar lente divergente de –2,0 di de vergência.
d) próximo a 50 cm de um olho hipermetrope, é preciso usar lente divergente de –2,0 di de vergência.
e) próximo a 50 cm de um olho hipermetrope, é preciso usar lente convergente de 1,0 di de vergência.

Resolução:
(I) Correção da miopia: lente divergente com o ponto remoto a 50 cm do olho.

$$V = -\frac{1}{D} \Rightarrow V = -\frac{1}{0,50} \text{ (di)}$$

$$\boxed{V = -2,0 \text{ di}}$$

(II) Correção de hipermetropia: lente convergente com o ponto próximo a 50 cm do olho.

$$V = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H} \Rightarrow V = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,50} \text{ (di)}$$

$$V = 4,0 - 2,0 \text{ (di)} \Rightarrow \boxed{V = 2,0 \text{ di}}$$

Resposta: c

41 (Unifesp-SP) As figuras mostram o Nicodemus, símbolo da Associação Atlética dos estudantes da Unifesp, ligeiramente modificado: foram acrescentados olhos na 1ª figura e óculos transparentes na 2ª.

Figura 1 Figura 2

a) Supondo que ele esteja usando os óculos devido a um defeito de visão, compare as duas figuras e responda: Qual pode ser esse provável defeito? As lentes dos óculos são convergentes ou divergentes?
b) Considerando que a imagem do olho do Nicodemus com os óculos seja 25% maior que o tamanho real do olho e que a distância do olho à lente dos óculos seja de 2 cm, determine a vergência das lentes usadas pelo Nicodemus, em dioptrias.

Resolução:
a) De acordo com a figura, a imagem do olho é maior que o seu tamanho real, isto é, a imagem é ampliada e por isso a lente usada só pode ser convergente, pois as lentes divergentes, para um objeto real, fornecem imagens sempre virtuais, diretas e reduzidas.
O provável defeito de visão que é corrigido com lentes convergentes é a hipermetropia.
O defeito de visão chamado de presbiopa pode ser também corrigido com lentes convergentes.

b) $A = 1,25$ e $p = 2$ cm
Usando a Equação do Aumento Linear:

$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow 1,25 = \frac{f}{f - 2}$$

$$1,25f - 2,5 = f$$

$$0,25f = 2,5 \Rightarrow \boxed{f = 10 \text{ cm} = 0,1 \text{ m}}$$

A vergência **V** é dada por:

$$V = \frac{1}{f} = \frac{1}{0,1} \text{ di} \Rightarrow \boxed{V = 10 \text{ di}}$$

Respostas: a) Hipermetropia, convergente; b) 10 di

42 Uma lupa com 5,0 cm de distância focal é utilizada por um estudante para observar um inseto de 2,0 mm de comprimento, situado sobre uma superfície iluminada. Sabe-se que a distância mínima de visão distinta do estudante vale 25 cm e que o inseto é colocado a 4,0 cm da lupa.
a) A que distância da lupa o estudante deverá posicionar seu globo ocular para perceber a imagem do inseto com tamanho máximo?
b) Qual o aumento linear transversal produzido pela lupa e qual o comprimento da imagem do inseto?

Resolução:
a) $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{5,0} = \frac{1}{4,0} + \frac{1}{p'}$
$p' = -20$ cm
A imagem será observada com tamanho máximo se o estudante a contemplar sob o maior ângulo visual possível. Para que isso ocorra:

$$|p'| + d = 25 \text{ cm} \Rightarrow 20 + d = 25$$

$$\boxed{d = 5,0 \text{ cm}}$$

b) $A = -\frac{p'}{p} = -\frac{(-20)}{4,0} \Rightarrow \boxed{A = 5,0}$

$$|A| = \frac{|i|}{o} \Rightarrow 5,0 = \frac{|i|}{2,0} \Rightarrow \boxed{|i| = 10 \text{ mm}}$$

Respostas: a) 5,0 cm; b) 5 vezes, 10 mm

43 Um homem idoso que "sofre da vista" (presbiopia) tem os pontos próximo e remoto distantes de seus olhos 1,0 m e 2,0 m respectivamente. Sabe-se que a distância mínima de visão distinta normal é de 25 cm e que o homem possui dois óculos: **A** (para ver de longe) e **B** (para ver de perto).

a) Qual a vergência das lentes dos óculos **A**?

b) Qual a vergência das lentes dos óculos **B**?

Resolução:

a) $|f| = D \Rightarrow |f| = 2{,}0\ \text{m}$

$$|V| = \frac{1}{|f|} = \frac{1}{2{,}0} \Rightarrow |V| = 0{,}50\ \text{di}$$

$$\boxed{V = -0{,}50\ \text{di}}$$

As lentes dos óculos **A** são divergentes.

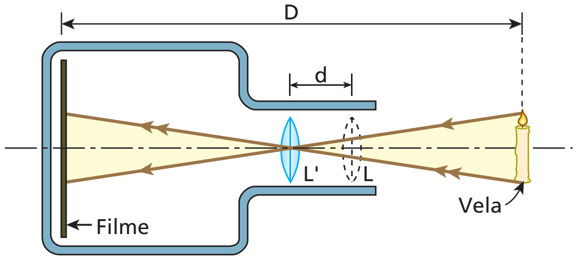
b) $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{d_N} + \dfrac{1}{d_H} \Rightarrow \dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{0{,}25} + \dfrac{1}{1{,}0}$

$$\boxed{V = \frac{1}{f} = +3{,}0\ \text{di}}$$

As lentes dos óculos **B** são convergentes.

Respostas: a) –0,50 di; b) +3,0 di

44 Considere a situação esquematizada a seguir, em que uma pequena vela tem sua imagem nitidamente projetada no filme de uma câmera fotográfica para as duas posições **L** e **L'** da lente objetiva do equipamento:



Sendo **D** a distância entre a vela e o filme, **d** a distância entre as posições **L** e **L'** e admitindo válidas as condições de Gauss, determine a distância focal **f** da lente.

Resolução:

Lente na posição L: $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{p} + \dfrac{1}{D - p}$ (I)

Lente na posição L': $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{p + d} + \dfrac{1}{D - (p + d)}$ (II)

Comparando (I) e (II), vem:

$$\frac{1}{p + d} + \frac{1}{D - (p + d)} = \frac{1}{p} + \frac{1}{D - p}$$

$$\frac{D - (p + d) + (p + d)}{(p + d)\,D - (p + d)} = \frac{D - p + p}{p\,(D - p)}$$

$$p\,(D - p) = (p + d)[D - (p + d)]$$

$$D\,p - p^2 = D\,(p + d) - (p + d)^2$$

$$D\,p - p^2 = D\,p + D\,d - p^2 - 2dp - d^2$$

$$2d\,p = D\,d - d^2 \Rightarrow p = \frac{D - d}{2} \quad \text{(III)}$$

Substituindo em (I), segue que:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{\dfrac{D - d}{2}} + \frac{1}{D - \dfrac{(D - d)}{2}}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{2}{D - d} + \frac{2}{D + d}$$

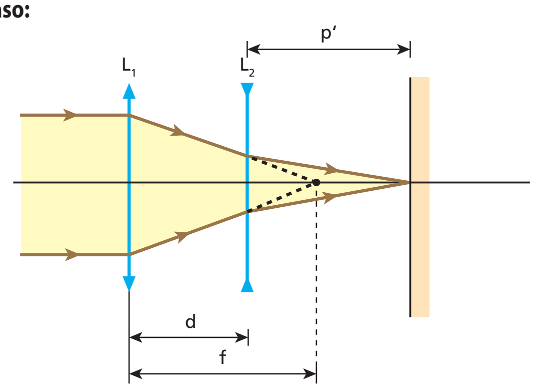
$$\frac{1}{f} = \frac{2 \cdot (D + d) + 2\ (D - d)}{(D + d)(D - d)} \Rightarrow \boxed{f = \frac{D^2 - d^2}{4D}}$$

Resposta: $f = \dfrac{D^2 - d^2}{4D}$

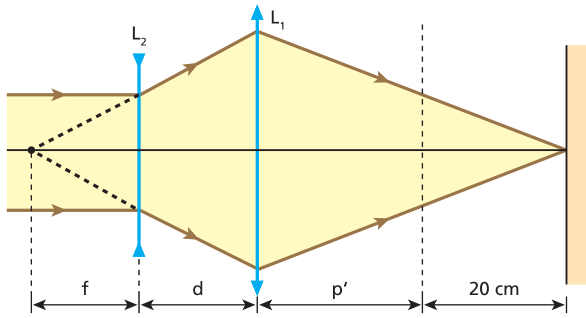
45 (Olimpíada Paulista de Física) Um certo instrumento óptico consta de duas lentes com distâncias focais iguais em módulo. Uma das lentes é convergente e a outra é divergente. As lentes são montadas sobre um eixo comum, a uma determinada distância **d** uma da outra. Sabe-se que se trocarmos a ordem das lentes, mantendo a mesma distância entre elas, a imagem real da Lua, projetada pelo sistema, se desloca de 20 cm. Determine a distância focal de cada uma das lentes.

Resolução:

1º caso:



2º caso:



1º caso: Em relação à lente divergente L_2, temos:

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

$$\frac{1}{p'} = \frac{f - f + d}{f\,(f - d)} \Rightarrow p' = \frac{f\,(f - d)}{d} \quad \text{(I)}$$

2º caso: Em relação à lente convergente L_1, temos:

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

$$\frac{f + d - f}{f\,(f + d)} = \frac{1}{p' + 20} \Rightarrow p' + 20 = \frac{f\,(f + d)}{d} \quad \text{(II)}$$

Substituindo (I) em (II), vem:

$$\frac{f\,(f-d)}{d}+20=\frac{f\,(f+d)}{d}$$

$$f^2 - f\,d + 20d = f^2 + f\,d \Rightarrow 2f\,d = 20d \Rightarrow f = 10\text{ cm}$$

Assim:

- Lente L_1 (convergente): $\boxed{f_1 = 10\text{ cm}}$
- Lente L_2 (divergente): $\boxed{f_2 = -10\text{ cm}}$

Resposta: Lente convergente: 10 cm; Lente divergente: –10 cm

46 Sabe-se que, para o olho emetrope, o ponto remoto situa-se no "infinito". Um garoto de vista normal coloca as lentes de contato de sua irmã, cuja convergência é de +2,0 di. Nessas condições, qual passa a ser sua distância máxima de visão distinta?

Resolução:
A distância máxima de visão distinta do garoto é calculada admitindo-se sua vista totalmente relaxada. Nesse caso, seu cristalino apresenta máxima distância focal.
A máxima distância focal do cristalino de um olho emetrope é dada por:

$$\frac{1}{f}=\frac{1}{p}+\frac{1}{p'}$$

Com $p \to \infty$ e $p' = d$ (distância do cristalino à retina), vem:

$$\frac{1}{f_{olho}}=\underbrace{\frac{1}{\infty}}_{\text{tende a zero}}+\frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f_{olho}}=\frac{1}{d}$$

O cristalino do olho do garoto associado à lente de contato constitui um sistema de lentes justapostas, cuja distância focal equivalente ($f_{sistema}$) é dada por:

$$\frac{1}{f_{sistema}}=\frac{1}{f_{olho}}+\frac{1}{f_{lente}}$$

Mas: $\frac{1}{f_{olho}}=\frac{1}{d}$ e $\frac{1}{f_{lente}}=2\text{di}=\frac{1}{100}\text{ cm}^{-1}$

Portanto: $\frac{1}{f_{sistema}}=\frac{1}{d}+\frac{1}{50}$ (I)

A distância máxima de visão distinta (**D**) pedida é calculada conforme segue:

$$\frac{1}{f_{sistema}}=\frac{1}{D}+\frac{1}{d} \quad \text{(II)}$$

Comparando (I) e (II), vem:

$$\frac{1}{d}+\frac{1}{50}=\frac{1}{D}+\frac{1}{d}$$

Donde: $\boxed{D = 50\text{ cm}}$

Resposta: 50 cm