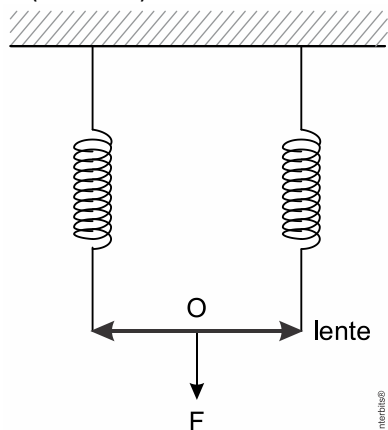


1. (Ime 2019)



Como mostra a figura, uma lente convergente, que está pendurada no teto por duas molas ideais de constante elástica F é submetida a uma força vertical F para baixo. Determine:

- para que valores de F a lente produz uma imagem real de uma figura colada no teto; e
- o valor de F para o qual a imagem real tem o dobro do tamanho da figura colada no teto.

Dados:

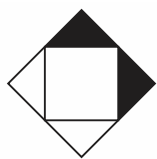
- distância entre o centro óptico da lente e o teto para $F = 0$: d ; e
- distância focal da lente: $f = 3d$.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

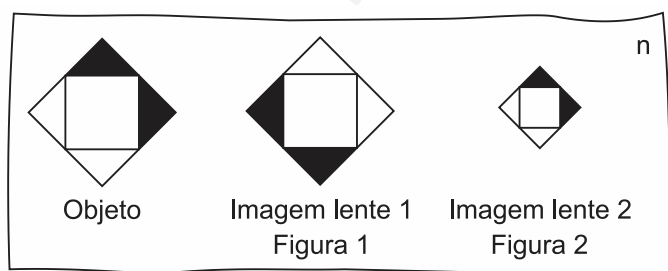
Nas questões a seguir, quando necessário, use:

- Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- Calor específico da água: $c = 1,0 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$;
- $\sin 45^\circ = \cos 45^\circ = \sqrt{2}/2$.

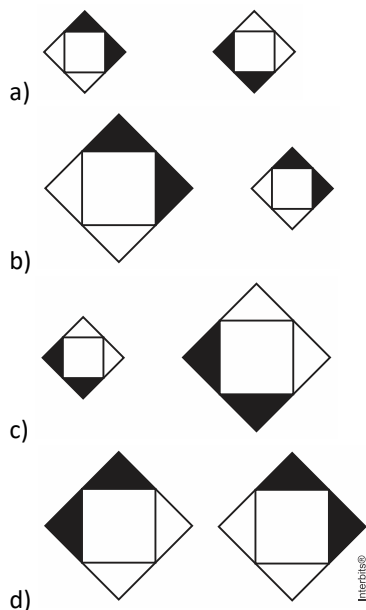
2. (Epcar (Afa) 2019) Duas lentes esféricas delgadas 1 e 2, com índices de refração n_1 e n_2 , respectivamente, são usadas para observar a figura plana mostrada abaixo, quando o observador, objeto e lente estão imersos em um meio homogêneo, transparente e isótropo com índice de refração n maior do que os índices n_1 e n_2 .



As imagens observadas são apresentadas nas figuras 1 e 2 em comparação com o objeto observado.



Se a mesma observação for realizada, porém com o observador, objeto e lente imersos em um outro meio com índice de refração n' menor do que n_1 e n_2 , das opções abaixo a que apresenta as imagens que poderão ser observadas, respectivamente, pelas lentes 1 e 2 serão



3. (Uem 2018) Uma luneta astronômica é composta essencialmente de duas lentes: a objetiva e a ocular. Sobre as características desse instrumento óptico, assinale o que for **correto**.

01) A imagem fornecida pela objetiva é real e invertida.

02) A imagem fornecida pela objetiva é objeto para a ocular.

04) A imagem fornecida pela ocular é virtual e direita.

08) Se a objetiva e a ocular apresentam distâncias focais de 2 m e 5 m, respectivamente, então o aumento visual da luneta em condições normais de observação será igual a 40.

16) A objetiva é convergente, e a ocular é divergente.

4. (Udesc 2018) 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

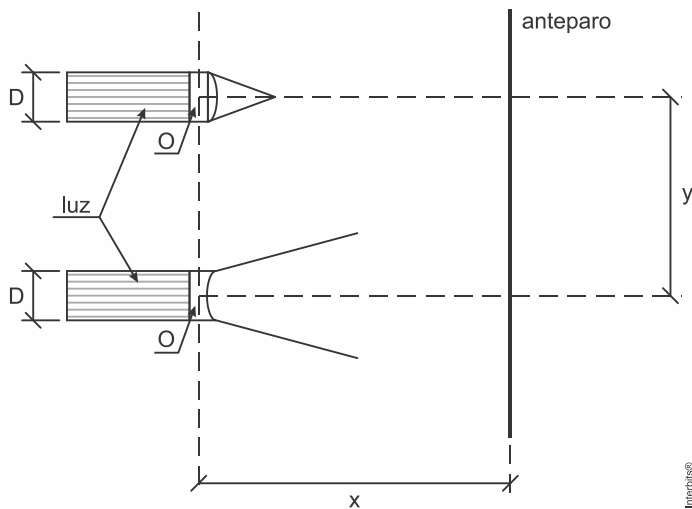
e) 3,0 cm

5. (Fac. Albert Einstein - Medicina 2018) Um objeto real de 10 cm de altura é posicionado a 30 cm do centro óptico de uma lente biconvexa, perpendicularmente ao seu eixo principal. A imagem conjugada tem 2,5 cm de altura. Para produzirmos uma imagem desse mesmo objeto e com as mesmas características, utilizando, porém, um espelho esférico, cujo raio de curvatura é igual a 20 cm, a que distância do vértice, em cm, da superfície refletora do espelho ele deverá ser posicionado, perpendicularmente ao seu eixo principal?

a) 20

- b) 25
- c) 50
- d) 75

6. (Ime 2018)

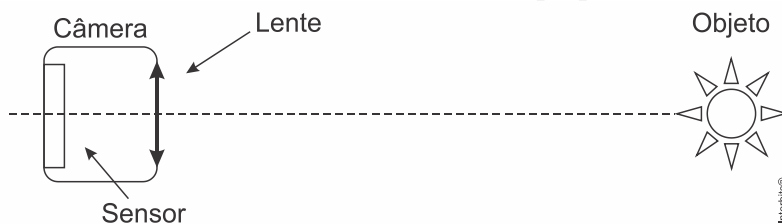


Conforme a figura acima, duas lanternas muito potentes, cilíndricas, com diâmetro $D = 4$ cm, estão alinhadas no plano vertical. Ambas possuem lentes nas extremidades, cujos centros ópticos O estão alinhados verticalmente e cujas distâncias focais são $f = 3$ cm. Uma das lentes é convergente e a outra é divergente. Suas lâmpadas geram raios de luz horizontais, que encontram as lentes das respectivas lanternas e são projetados até um anteparo vertical.

Sabendo que a distância entre os centros ópticos das duas lentes é $y = 12$ cm, a distância máxima x entre os centros ópticos das lentes O e o anteparo, em centímetros, que faz com que a luz projetada pelas lanternas não se sobreponha é:

- a) 6
- b) 9
- c) 12
- d) 15
- e) 18

7. (Fuvest 2018) Câmeras digitais, como a esquematizada na figura, possuem mecanismos automáticos de focalização.



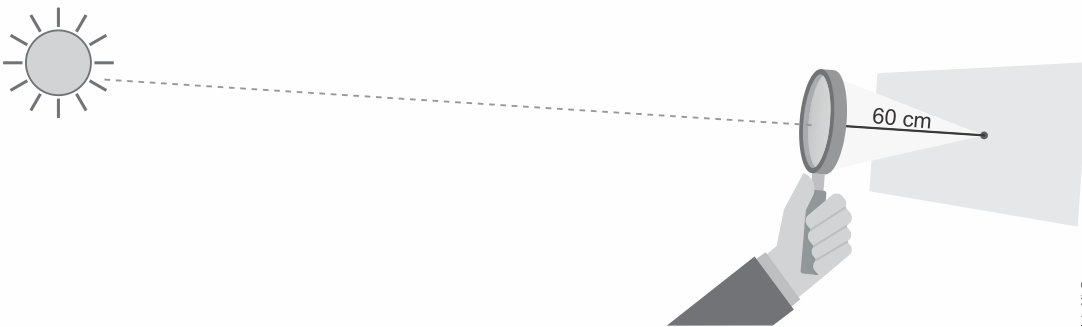
Em uma câmera digital que utilize uma lente convergente com 20 mm de distância focal, a distância, em mm, entre a lente e o sensor da câmera, quando um objeto a 2 m estiver corretamente focalizado, é, aproximadamente,

- a) 1.
- b) 5.
- c) 10.
- d) 15.
- e) 20.

8. (Eear 2018) Um objeto é colocado perpendicularmente ao eixo principal e a 20 cm de uma lente divergente estigmática de distância focal igual a 5 cm. A imagem obtida é virtual, direita e apresenta 2 cm de altura. Quando essa lente é substituída por outra convergente estigmática de distância focal igual a 4 cm e colocada exatamente na mesma posição da anterior, e mantendo-se o objeto a 20 cm da lente, a imagem agora apresenta uma altura de _____ cm.

- a) 2,5
- b) 4,0
- c) 5,0
- d) 10,0

9. (Uerj 2018) Em função de suas características, uma lente convergente, ao ser exposta à luz do Sol, gera uma concentração de luz a 60 cm do seu centro óptico, como ilustra a imagem.



Considere que um objeto é colocado a 180 cm do centro óptico dessa lente para que sua imagem seja projetada com nitidez sobre uma tela.

Calcule a distância, em centímetros, em que a tela deve ser colocada, a partir do centro óptico da lente, para obtenção dessa imagem.

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

Na(s) questão(ões) a seguir, quando necessário, use:

- Aceleração da gravidade: $g = 10 \text{ m/s}^2$;
- $\sin 19^\circ = \cos 71^\circ = 0,3$;
- $\sin 71^\circ = \cos 19^\circ = 0,9$;
- Velocidade da luz no vácuo: $c = 3,0 \cdot 10^8 \text{ m/s}$;
- Constante de Planck: $h = 6,6 \cdot 10^{-34} \text{ J} \cdot \text{s}$;
- $1 \text{ eV} = 1,6 \cdot 10^{-19} \text{ J}$;
- Potencial elétrico no infinito: zero.

10. (Epcar (Afa) 2018) Um recipiente vazio, perfeitamente transparente, no formato de uma lente esférica delgada gaussiana, de raio a , é preenchido com água límpida e cristalina até a metade de sua capacidade (Figura 1).

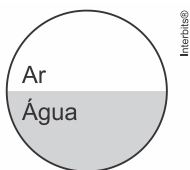


Figura 1

Essa lente é então fixada a uma determinada distância de uma fotografia quadrada de lado $3a$ (Figura 2), tendo seus centros geométricos alinhados (Figura 3).

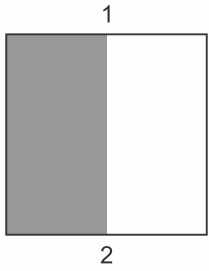


Figura 2

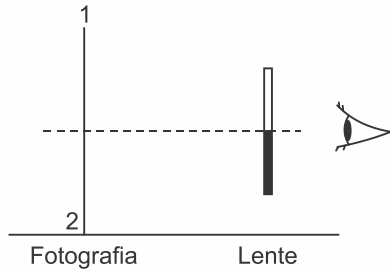
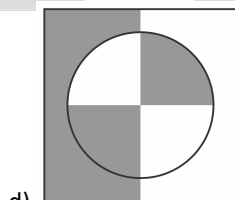
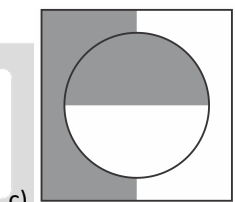
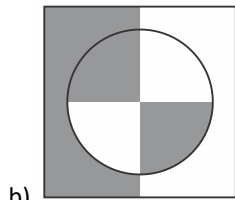
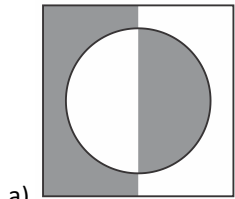


Figura 3

Interbits®

Considerando que o sistema lente-fotografia esteja imerso no ar, um observador na posição O (Figura 3), poderá observar, dentre as opções abaixo, a imagem da situação apresentada, como sendo



Interbits®

TEXTO PARA A PRÓXIMA QUESTÃO:

SE NECESSÁRIO, UTILIZE OS VALORES FORNECIDOS ABAIXO:

aceleração da gravidade = 10 m/s^2

calor específico da água = $1 \text{ cal/g } ^\circ\text{C}$

calor específico do alumínio = 880 J/kg K

$1 \text{ cal} = 4 \text{ J}$

$\pi = 3$

massa específica da água = 1 g/cm^3

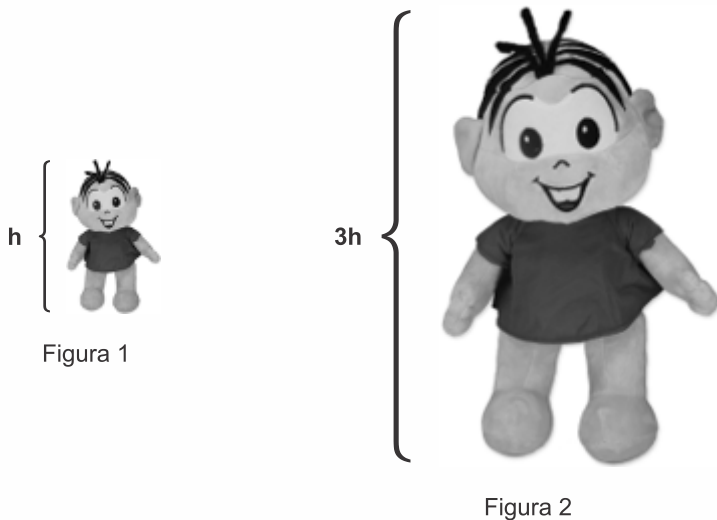
constante eletrostática (k_0) = $9 \times 10^9 \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{C}^2$

11. (Uepg 2018) Um microscópio composto é constituído por duas lentes convergentes. A objetiva possui uma distância focal de 3 mm

e a ocular uma distância focal de 3 cm. Considerando que um objeto real está situado a 3,1 mm da objetiva e a distância entre a objetiva e a ocular é 11,8 cm, assinale o que for correto.

- 01) A imagem formada pela lente objetiva é virtual.
- 02) O aumento linear transversal do microscópio é -180 .
- 04) A imagem formada pelo microscópio é virtual.
- 08) A imagem formada pela lente objetiva situa-se a uma distância de 2,5 cm da lente ocular.
- 16) Mantendo todas as condições anteriores, se aumentarmos a distância entre o objeto real e a lente objetiva para 3,3 mm, o aumento linear transversal do microscópio também aumentará.

12. (Fcmmg 2017) A figura 1 mostra a boneca Mônica de altura h a ser colocada em frente a um dispositivo óptico. A figura 2 mostra a imagem desta boneca vista através do dispositivo, com altura $3h$.



Sobre essa situação, pode-se afirmar que:

- a) O dispositivo fornece uma imagem real da boneca.
- b) O dispositivo pode ser uma lente divergente ou um espelho convexo.
- c) A distância da boneca até o dispositivo óptico é três meios de sua distância focal.
- d) A distância da imagem da boneca até o dispositivo é o dobro de sua distância focal.

13. (Ufpr 2016) Sabe-se que o objeto fotografado por uma câmera fotográfica digital tem 20 vezes o tamanho da imagem nítida formada no sensor dessa câmera. A distância focal da câmera é de 30 mm. Para a resolução desse problema, considere as seguintes

equações: $A = -\frac{p'}{p} = \frac{l}{O}$ e $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$.

Assinale a alternativa que apresenta a distância do objeto até a câmera.

- a) 630 mm.
- b) 600 mm.
- c) 570 mm.
- d) 31,5 mm.
- e) 28,5 mm.

14. (Unesp 2016) Durante a análise de uma lente delgada para a fabricação de uma lupa, foi construído um gráfico que relaciona a coordenada de um objeto colocado diante da lente (p) com a coordenada da imagem conjugada desse objeto por essa lente (p'). A figura 1 representa a lente, o objeto e a imagem. A figura 2 apresenta parte do gráfico construído.

FIGURA 1

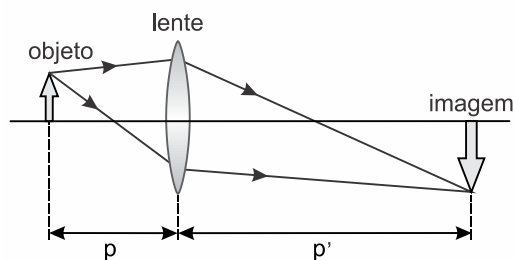
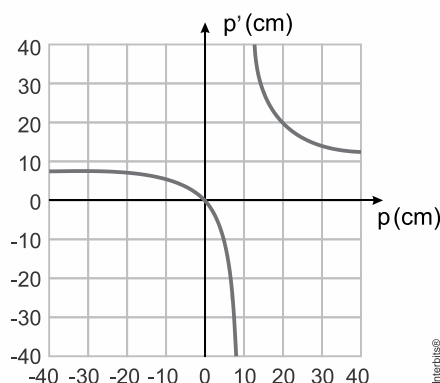
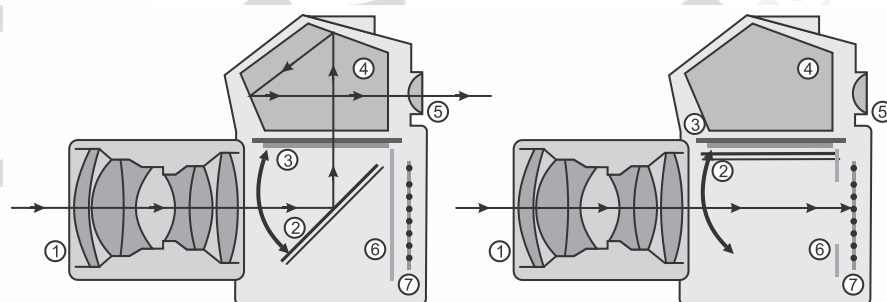


FIGURA 2



Considerando válidas as condições de nitidez de Gauss para essa lente, calcule a que distância se formará a imagem conjugada por ela, quando o objeto for colocado a 60 cm de seu centro óptico. Suponha que a lente seja utilizada como lupa para observar um pequeno objeto de 8 mm de altura, colocado a 2 cm da lente. Com que altura será vista a imagem desse objeto?

15. (Ufsc 2015) Fotografar é uma arte que se popularizou com os celulares e se intensificou com as redes sociais, pois todos querem “postar”, publicar os seus registros, suas *selfies*. Talvez alguns celulares de última geração consigam a qualidade de uma máquina fotográfica profissional, mas nada como utilizar a própria máquina fotográfica profissional com todos os seus recursos de alto desempenho para tirar uma foto de alta qualidade. Antigamente as máquinas fotográficas usavam filmes, hoje usam sensores que captam a luz e a convertem em sinal digital, registrando a imagem em um arquivo digital. Na essência, tirando a tecnologia embarcada, as máquinas profissionais funcionam do mesmo jeito que antes. A luz incide pela objetiva (conjunto de lentes), reflete em um espelho, incide em um pentaprisma e emerge passando pela ocular. Além da ocular, as máquinas mais modernas possuem um visor LCD para ver o que está sendo focalizado para fotografar. Quando se aperta o disparador para fotografar, o espelho refletor levanta e a luz se propaga diretamente para o sensor, registrando desta forma a imagem desejada. A figura abaixo ilustra o que foi explicado antes.



- | | |
|----------------------|-----------------------------------|
| Lentes (1) | Ocular (5) |
| Espelho refletor (2) | Obturador (6) |
| Tela de focagem (3) | Sensor CCD/Sensor CM Os/Filme (7) |
| Pentaprisma (4) | → Luz |

Disponível em: <http://rauna-photography.blogspot.com.br/2011_06_01_archive.html> [Adaptado]
Acesso em: 18 ago. 2014.

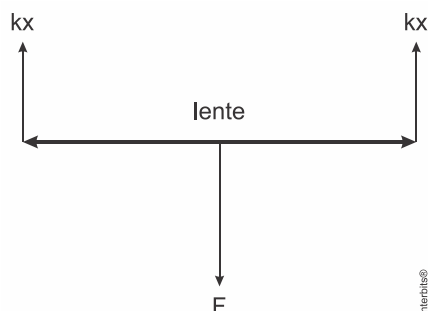
Com base na figura e no exposto acima, é CORRETO afirmar:

- 01) a reflexão da luz é classificada de duas formas: a reflexão difusa e a reflexão especular, que só ocorre em superfícies planas.
- 02) a refração da luz é caracterizada pelo desvio da luz ao mudar de meio com refrefrências distintas.
- 04) a luz incide no pentaprisma e sofre duas reflexões antes de emergir. Estas reflexões são chamadas de reflexões totais, pois duas condições estão sendo satisfeitas: a luz está no meio mais refringente e o ângulo de incidência é maior que o ângulo limite.
- 08) o conjunto de lentes da objetiva é formado por lentes divergentes, pois somente elas formam imagens reais, que são projetadas.
- 16) a imagem projetada no sensor é real, direita e menor. Isto garante que ela possa ser vista com a mesma orientação, tanto pela ocular quanto pelo visor LCD.
- 32) pela figura, podemos observar que o raio de luz que incide no pentaprisma cruza com o raio de luz que irá emergir. O princípio da independência dos raios luminosos garante que este “encontro” não interfira na imagem vista pelo observador pela ocular.

Gabarito:

Resposta da questão 1:

a) Isolando a lente:



Após o equilíbrio, temos:

Distância da lente ao teto: $p = d + x$.

Aplicando a equação de Gauss, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{3d} = \frac{1}{d+x} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = \frac{3d(d+x)}{x-2d}$$

Condição para que a imagem seja real: $p' > 0$. Logo:

$$\frac{3d(d+x)}{x-2d} > 0 \Rightarrow x > 2d$$

$$F = 2kx \Rightarrow x = \frac{F}{2k}$$

$$\frac{F}{2k} > 2d$$

$$\therefore F > 4kd$$

b) Pela equação do aumento linear:

$$|A| = \left| \frac{-p'}{p} \right| \Rightarrow 2 = \left| \frac{3d(d+x)}{x-2d} \cdot \frac{1}{d+x} \right|$$

Como a imagem é real, $x > 2d$. Sendo assim:

$$2 = \frac{3d}{x-2d} \Rightarrow x = \frac{7d}{2}$$

Portanto:

$$F = 2k \cdot \frac{7d}{2}$$

$$\therefore F = 7kd$$

Resposta da questão 2:

[A]

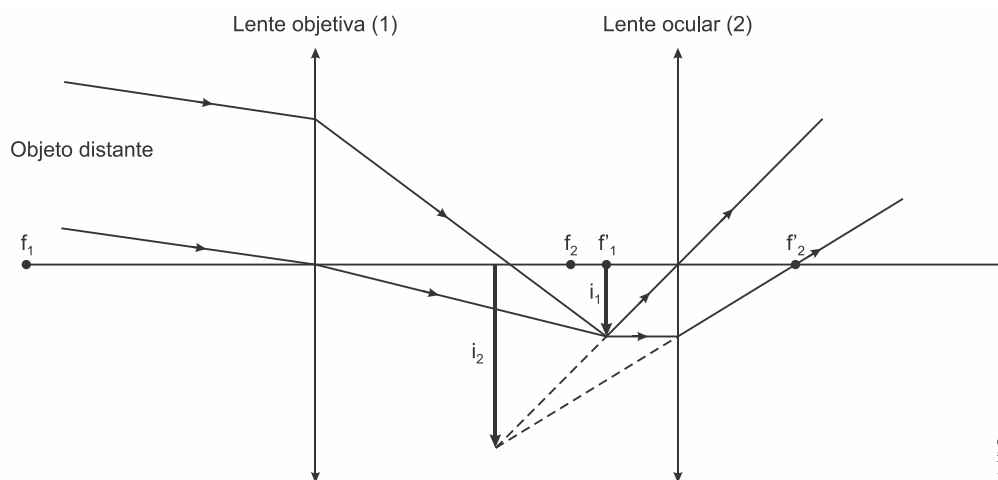
A lente 1 deve ser convergente para o caso em que o índice de refração do meio (n) é maior que o índice de refração da lente (n_1), pois como mostra a figura 1, há uma inversão da imagem em relação ao objeto. Já a lente 2 deve ser divergente, pois sua imagem é menor e direita quando $n > n_2$.

Para o caso em que o meio possui índice de refração (n') menor que as lentes, ocorre o contrário, ou seja, a lente 1 passa a ser divergente e a lente 2, convergente. Assim, a resposta correta é da alternativa [A] que revela a imagem da lente 1 como direita e menor.

Resposta da questão 3:

$$01 + 02 + 04 = 07.$$

Para a luneta astronômica, temos o seguinte esquema:



[01] Verdadeiro. A lente objetiva fornece uma imagem real e invertida.

[02] Verdadeiro. A imagem i_1 fornecida pela objetiva funciona como objeto para a ocular.

[04] Verdadeiro. A imagem i_2 fornecida pela ocular é virtual e direita.

[08] Falso. Nesse caso, o aumento será de:

$$A = \frac{f_1}{f_2} = \frac{2}{5} \quad \therefore A = 0,4$$

[16] Falso. Ambas as lentes são convergentes.

Resposta da questão 4:

[B]

Usando a equação de Gauss para a lente:

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

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:

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

Resposta da questão 5:

[C]

O objeto tem 10 cm de altura, então: $h = 10 \text{ cm}$.

Se a lente está sendo usada no ar, como ela é biconvexa, ela comporta-se como lente convergente. Então, se o tamanho da imagem é menor que o do objeto, essa imagem é **real** e **invertida**. Portanto: $h' = -2,5$ cm.

Usando a 1ª equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{h'}{h} = \frac{-2,5}{10} \Rightarrow A = -\frac{1}{4}$$

O espelho tem raio de curvatura $R = 20$ cm. Como ele é côncavo, a distância focal é:

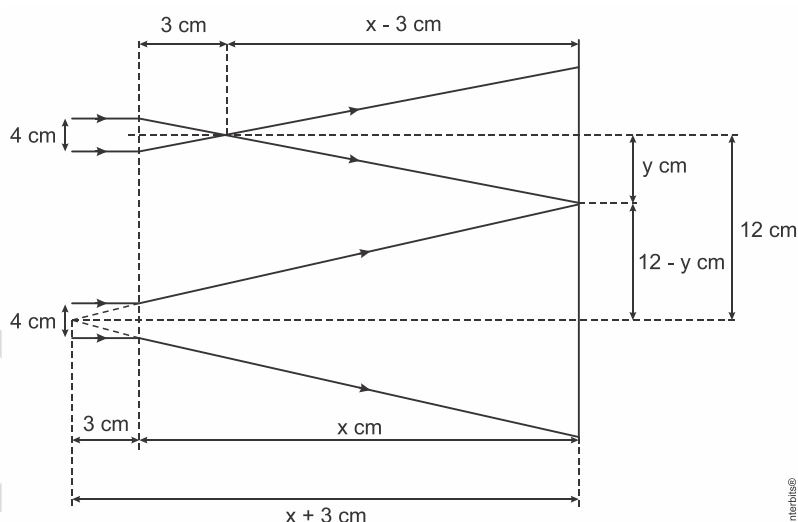
$$f = \frac{+R}{2} = \frac{20}{2} \Rightarrow f = 10 \text{ cm.}$$

Usando a 2ª equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{f}{f-p} \Rightarrow -\frac{1}{4} = \frac{10}{10-p} \Rightarrow -10 + p = 40 \Rightarrow p = 50 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 6:

[B]



Por semelhança de triângulos, temos:

$$\frac{3}{x-3} = \frac{2}{y} \Rightarrow y = \frac{2}{3}(x-3)$$

$$\frac{3}{x+3} = \frac{2}{12-y} \Rightarrow y = 12 - \frac{2}{3}(x+3)$$

Igualando as duas expressões e resolvendo para x , chegamos a:

$$x = 9 \text{ cm}$$

Resposta da questão 7:

[E]

Dados: $f = 20$ mm; $p = 2$ m = 2.000 mm.

A distância entre a lente e o sensor da câmera é p' .

Da equação dos pontos conjugados:

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

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.

Resposta da questão 8:

[A]

Dados do enunciado:

$$p = 20 \text{ cm} \quad f_2 = 4 \text{ cm}$$

$$f_1 = -5 \text{ cm} \quad i_2 = ?$$

$$i_1 = 2 \text{ cm}$$

Posição da imagem para a lente divergente:

$$\frac{1}{f_1} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p_1'} \Rightarrow -\frac{1}{5} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p_1'} \Rightarrow p_1' = -4 \text{ cm}$$

Altura do objeto:

$$\frac{i_1}{o} = -\frac{p_1'}{p} \Rightarrow \frac{2}{o} = -\frac{(-4)}{20} \Rightarrow o = 10 \text{ cm}$$

Posição da imagem para a lente convergente:

$$\frac{1}{f_2} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p_2'} \Rightarrow \frac{1}{4} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p_2'} \Rightarrow p_2' = 5 \text{ cm}$$

Altura da segunda imagem:

$$\frac{i_2}{o} = -\frac{p_2'}{p} \Rightarrow \frac{i_2}{10} = -\frac{5}{20} \quad \therefore i_2 = -2,5 \text{ cm}$$

Portanto, a nova imagem apresentará uma altura de 2,5 cm.

Resposta da questão 9:

Como o Sol é um objeto impróprio para a lente, sua imagem forma-se no foco que, de acordo com a figura, está a 60 cm da lente. Assim, $f = 60 \text{ cm}$.

A distância da lente à tela é a distância da lente à imagem, p' .

Aplicando a equação de Gauss:

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} \Rightarrow p' = \frac{p f}{p - f} = \frac{180 \cdot 60}{120} \Rightarrow p' = 90 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 10:

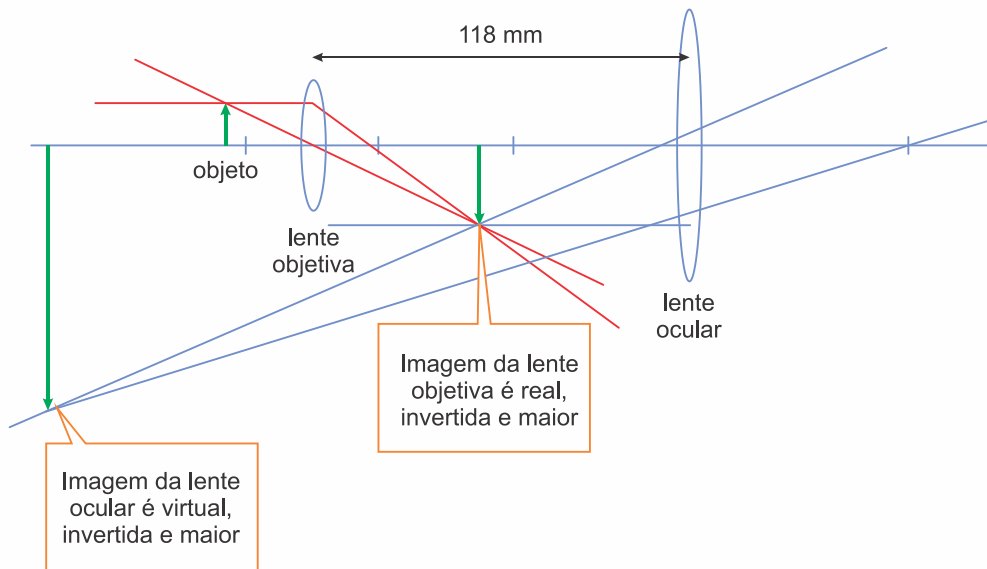
[B]

A imagem será inalterada em relação ao objeto pela parte de cima da lente (composta apenas por ar) e invertida pela parte de baixo da mesma (composta por água, atuando como lente convergente para objeto além do foco principal). Logo, a imagem correta é a da alternativa [B].

Resposta da questão 11:

$$02 + 04 + 08 = 14.$$

O diagrama abaixo nos dá uma ideia da imagem do conjunto de lentes:



Análise das afirmativas:

[01] **Falsa.** A lente objetiva forma uma imagem real e a lente ocular forma uma imagem virtual.

[02] **Verdadeira.** O aumento linear transversal do microscópio é dado pelo produto dos aumentos de cada lente, assim, devemos primeiramente calcular a distância da imagem de cada lente com a equação de Gauss e depois o aumento.

Lente objetiva:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{3 \text{ mm}} = \frac{1}{3,1 \text{ mm}} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{3,1 - 3}{9,3 \text{ mm}} \therefore d_i = 93 \text{ mm}$$

$$A_{\text{obj}} = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{93 \text{ mm}}{3,1 \text{ mm}} \therefore A_{\text{obj}} = -30$$

Lente ocular:

Neste caso a imagem da lente objetiva será o objeto para a lente ocular (imagem real), assim a distância do objeto para a nova lente será:

$$d_o = 118 \text{ mm} - 93 \text{ mm} \therefore d_o = 25 \text{ mm}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{30 \text{ mm}} = \frac{1}{25 \text{ mm}} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{(25 - 30) \text{ mm}}{750 \text{ mm}} \therefore d_i = -150 \text{ mm}$$

$$A_{\text{oc}} = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{-150 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \therefore A_{\text{oc}} = 6$$

Assim, o aumento do conjunto de lentes é:

$$A = A_{\text{obj}} \cdot A_{\text{oc}} = -30 \cdot 6 \therefore A = -180$$

[04] **Verdadeira.** De acordo com o diagrama, a imagem do microscópio é virtual.

[08] **Verdadeira.** Ver cálculos no item [02] feitos em milímetros.

[16] **Falsa.** Na realidade o aumento transversal linear diminuirá.

Lente objetiva:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{3 \text{ mm}} = \frac{1}{3,3 \text{ mm}} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{3,3 - 3}{9,9 \text{ mm}} \therefore d_i = 33 \text{ mm}$$

$$A_{\text{obj}} = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{33 \text{ mm}}{3,3 \text{ mm}} \therefore A_{\text{obj}} = -10$$

Lente ocular:

Neste caso a imagem da lente objetiva será o objeto para a lente ocular (imagem real), assim a distância do objeto para a nova lente será:

$$d_o = 118 \text{ mm} - 33 \text{ mm} \therefore d_o = 85 \text{ mm}$$

Como essa distância do objeto é maior que a distância entre o centro óptico da lente ocular e seu foco e menor que a distância do raio desta lente, a imagem será menor.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{30 \text{ mm}} = \frac{1}{85 \text{ mm}} + \frac{1}{d_i} \Rightarrow \frac{1}{d_i} = \frac{(85 - 30) \text{ mm}}{750 \text{ mm}} \therefore d_i = 51 \text{ mm}$$

$$A_{\text{oc}} = -\frac{d_i}{d_o} = -\frac{-51 \text{ mm}}{25 \text{ mm}} \therefore A_{\text{oc}} = -2,04$$

Assim, o aumento do conjunto de lentes é:

$$A = A_{\text{obj}} \cdot A_{\text{oc}} = -10 \cdot (-2,04) \therefore A = 20,4$$

Logo, em módulo o aumento transversal linear diminui.

Resposta da questão 12:

[D]

A imagem obtida é virtual direita e maior, que pode ser fornecida por um espelho esférico côncavo ou por uma lente esférica delgada convergente.

Da equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{i}{o} = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{3h}{h} = \frac{-p'}{p} \Rightarrow p = \frac{-p'}{3}$$

Substituindo esse resultando na equação dos pontos conjugados (Gauss):

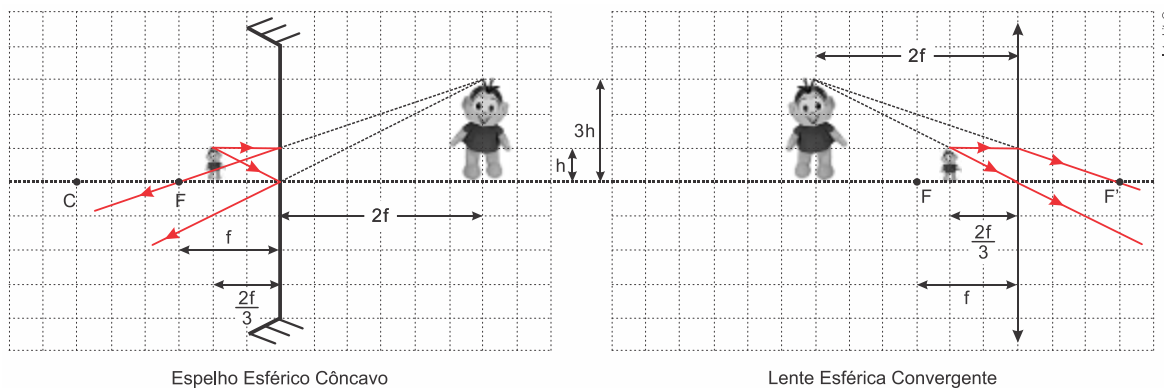
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{-p'/3} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{-3}{p'} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{-2}{p'} \Rightarrow p' = -2f.$$

O sinal negativo indica que a imagem é virtual. Assim, a distância da imagem da boneca até o dispositivo é o dobro de sua distância focal.

A posição da boneca (p) para a situação descrita deve ser:

$$A = \frac{f}{f-p} \Rightarrow 3 = \frac{f}{f-p} \Rightarrow f = 3f - 3p \Rightarrow p = \frac{2f}{3}.$$

As figuras abaixo mostram uma solução gráfica, para um espelho esférico côncavo e para uma lente esférica delgada convergente.



Resposta da questão 13:

[A]

O sensor da câmera capta uma imagem real. Assim, o aumento linear transversal é $A = -\frac{1}{20}$.

Das equações dadas:

$$\left\{ \begin{array}{l} A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{p'}{p} = -A \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{p'}{p} = \frac{f}{p-f} \end{array} \right. \Rightarrow -A = \frac{f}{p-f} \Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{30}{p-30} \Rightarrow p-30 = 600 \Rightarrow \boxed{p = 630\text{mm.}}$$

Resposta da questão 14:

- Analisando o gráfico dado, nota-se que: $p \rightarrow 10\text{cm} \Rightarrow p' \rightarrow \infty \Rightarrow \frac{1}{p'} \rightarrow 0$. Aplicando esses resultados na equação dos pontos

conjugados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{10} + 0 \Rightarrow f = 10\text{cm.}$$

Para $p = 60\text{cm}$:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = \frac{pf}{p-f} = \frac{60 \times 10}{50} \Rightarrow \boxed{p' = 12\text{cm.}}$$

- Para $p = 2\text{cm}$:

$$p' = \frac{pf}{p-f} = \frac{2 \times 10}{-8} \Rightarrow p' = -2,5\text{cm.}$$

Aplicando a equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{h'}{h} = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{h'}{8} = \frac{-(-2,5)}{2} \Rightarrow h' = \frac{20}{2} \Rightarrow \boxed{h' = 10\text{mm.}}$$

Resposta da questão 15:

$04 + 32 = 36$.

[01] (Falsa) A reflexão ocorre também em superfícies irregulares.

[02] (Falsa) O que caracteriza a refração é a alteração da velocidade da onda quando esta muda de meio de propagação.

[04] (Verdadeira) Informação correta.

[08] (Falsa) O conjunto de lentes da objetiva é convergente.

[16] (Falsa) A imagem projetada é real e invertida.

[32] (Verdadeira) Um raio de luz não interfere com outro ao se cruzarem.