

FÍSICA

FRENTE 1

MÓDULO 9

MUDANÇAS DE ESTADO I

- 1) Fazendo-se a conversão das temperaturas Fahrenheit para Celsius, temos

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{\theta_F - 32}{9}$$

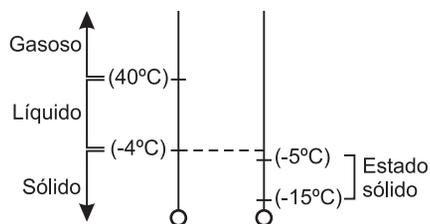
Para $\theta_F = 5^\circ\text{F}$, vem

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{5 - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = -15^\circ\text{C}$$

Para $\theta_F = 23^\circ\text{F}$, vem

$$\frac{\theta_C}{5} = \frac{23 - 32}{9} \Rightarrow \theta_C = -5^\circ\text{C}$$

Comparando-se essas temperaturas com os pontos de fusão e de ebulição do produto em questão, temos



Portanto, no intervalo de temperaturas indicado, o produto encontra-se sempre no estado sólido.

Resposta: A

- 2) $Q = mL_F$

$$Q = 4,0 \cdot 8,0 \Rightarrow \boxed{Q = 320 \text{ cal}}$$

Resposta: C

- 3) Como não houve variação de temperatura, a quantidade de calor recebida pelo chumbo ($Q = 540 \text{ cal}$) foi de calor latente. Sendo assim, podemos escrever:

$$Q = mL_F$$

$$L_F = \frac{Q}{m} \text{ Portanto: } L_F = \frac{540 \text{ cal}}{100 \text{ g}}$$

$$\boxed{L_F = 5,4 \text{ cal/g}}$$

- 4) $Q_{\text{TOTAL}} = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + mL_f$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 100 \cdot 0,50 \cdot 60 + 100 \cdot 80 \text{ (cal)}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 11 \text{ kcal}$$

- 5) I. INCORRETA. A melhor substância termométrica é o mercúrio.

II. CORRETA.

III. INCORRETA. A água solidifica-se.

IV. CORRETA.

Resposta: A

- 6) Tanto na usina nuclear como na usina geotérmica, o vapor é utilizado no funcionamento de turbinas para gerar a eletricidade. Portanto, as usinas geotérmicas assemelham-se às usinas nucleares, no que diz respeito à conversão de energia térmica (contida no vapor) em cinética (as pás da turbina são movimentadas) e depois em elétrica.

Resposta: D

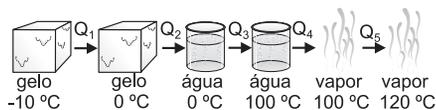
MÓDULO 10

MUDANÇAS DE ESTADO II

- 1) A fusão é endotérmica, pois se processa com recebimento de calor. Como a substância é pura e a pressão se mantém constante, durante a fusão a temperatura se mantém constante, sendo, pois, uma transformação isotérmica.

Resposta: B

- 2) O aquecimento deve ser feito por partes. Note a esquematização a seguir:



Note que a água, sob pressão normal, muda de estado a 0°C e a 100°C . Portanto, Q_1 , Q_3 e Q_5 são calores sensíveis e Q_2 e Q_4 são calores latentes.

$$Q_T = Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4 + Q_5$$

$$Q_T = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + (mL_F)_{\text{gelo}} + (mc\Delta\theta)_{\text{água}} + (mL_V)_{\text{água}} + (mc\Delta\theta)_{\text{vapor}}$$

$$Q_T = 20 \cdot 0,50 \cdot 10 + 20 \cdot 80 +$$

$$+ 20 \cdot 1,0 \cdot 100 + 20 \cdot 540 +$$

$$+ 20 \cdot 0,45 \cdot 20 \text{ (cal)}$$

$$Q_T = 100 + 1600 + 2000 + 10800 + 180 \text{ (cal)}$$

$$\boxed{Q_T = 14680 \text{ cal}}$$

- 3)

$$Q_{\text{TOTAL}} = (mc\Delta\theta)_{\text{gelo}} + mL_f + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 10 \cdot 0,50 \cdot 20 + 10 \cdot 80 + 10 \cdot 1,0 \cdot 50 \text{ (cal)}$$

$$Q_{\text{TOTAL}} = 1,4 \cdot 10^4 \text{ cal} = 1,4 \text{ kcal}$$

- 4) $Q = (mc\Delta\theta)_{\text{LÍQUIDO}} - mL_s$

$$Q = 500 \cdot 0,030 \cdot (-60) - 500 \cdot 3,0 \text{ (cal)}$$

$$Q = -2,4 \cdot 10^3 \text{ cal}$$

Deverão ser retiradas $2,4 \cdot 10^3 \text{ cal}$

- 5) Se mantivermos o fogo “alto”, iremos aumentar a quantidade de água que vaporiza. A temperatura de ebulição da água, no entanto, se mantém a mesma.

Resposta: E

- 6) Resposta: B

MÓDULO 11

MUDANÇAS DE ESTADO III

- 1) B

$$2) \text{ a) } c = \frac{Q}{m \cdot \Delta\theta} \Rightarrow c = \frac{\text{Pot} \cdot \Delta t}{m \cdot \Delta\theta}$$

$$c = \frac{400 \cdot 2,0}{100 \cdot 40} \left(\frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}} \right)$$

$$c = 0,20 \frac{\text{cal}}{\text{g}^\circ\text{C}}$$

$$\text{b) } C = \frac{Q}{\Delta\theta} \Rightarrow C = \frac{\text{Pot} \cdot \Delta t}{\Delta\theta}$$

$$C = \frac{400 \cdot 5,0}{80} \left(\frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}} \right)$$

$$C = 25 \frac{\text{cal}}{^\circ\text{C}}$$

$$\text{c) } L_f = \frac{Q_f}{m} \Rightarrow L_f = \text{Pot} \cdot \frac{\Delta t_f}{m}$$

$$L_f = \frac{400 \cdot 8,0}{100} \Rightarrow L_f = 32 \frac{\text{cal}}{\text{g}}$$

- 3) I. Verdadeira.

Com umidade relativa elevada, há dificuldade de evaporação do suor e o conseqüente desconforto térmico.

II. Falsa.

A umidade relativa baixa, mesmo com temperatura elevada, permite a evaporação do suor e não há desconforto térmico.

III. Falsa.

Com temperatura elevada e sem evaporação do suor, há desconforto térmico.

Resposta: A

- 4) Quando a água começa a ferver, enquanto houver água no interior da vasilha, a temperatura permanece constante e igual à temperatura de ebulição da água.

MÓDULO 14 CONVECÇÃO TÉRMICA

Se reduzirmos a intensidade da chama, estaremos diminuindo a potência de fornecimento de calor e, portanto, economizando energia. Isto não afeta o processo, uma vez que a temperatura da água continua a mesma (igual à de ebulição).

Resposta: C

MÓDULO 12

MUDANÇAS DE ESTADO IV – BALANÇO ENERGÉTICO

- 1) Não ocorrem trocas de calor entre os corpos, pois eles já se encontram em equilíbrio térmico. Para que ocorram trocas de calor, é necessária uma diferença de temperaturas.

Resposta: E

$$2) Q_{\text{água}} + Q_{\text{gelo}} = 0$$

$$(mc\Delta\theta)_{\text{água}} + mL_f + (mc\Delta\theta)_{\text{água do gelo}} = 0$$

$$m \cdot 1,0 \cdot (20 - 60) + 50 \cdot 80 + 50 \cdot 1,0 \cdot 20 = 0 \text{ (g)}$$

$$-40m = -5000$$

$$m = 125\text{g}$$

- 3) Se apenas metade do gelo vai derreter, teremos no final uma mistura de gelo e água, assim a temperatura de equilíbrio térmico será 0°C.

Dessa forma, temos:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$(m c \Delta\theta)_{\text{água}} + \left(\frac{m}{2} \cdot L_F\right)_{\text{gelo}} = 0$$

$$100 \cdot 1,0 \cdot (0 - \theta_i) + \frac{60}{2} \cdot 80 = 0$$

$$-100 \theta_i + 2400 = 0 \Rightarrow 100 \theta_i = 2400$$

$$\theta_i = 24^\circ\text{C}$$

- 4) Se o vapor-d'água injetado está na quantidade necessária e suficiente para fundir totalmente o gelo, no final teremos apenas água a 0°C.

Observe que a capacidade térmica do calorímetro não será utilizada, já que o calorímetro não sofrerá variação de temperatura.

Dessa forma, temos:

$$Q_{\text{cedido}} + Q_{\text{recebido}} = 0$$

$$[(m c \Delta\theta)_{\text{vapor}} + (m L_V) +$$

$$+ (m c \Delta\theta)_{\text{água}}]_{\text{vapor}} + (m L_F)_{\text{gelo}} = 0$$

$$m_V \cdot 0,50 \cdot (100 - 120) + m_V \cdot (-540) +$$

$$+ m_V \cdot 1,0 \cdot (0 - 100) + 520 \cdot 80 = 0$$

$$-10m_V - 540m_V - 100m_V + 41600 = 0$$

$$650m_V = 41600$$

$$m_V = 64\text{g}$$

Portanto, no final teremos água num total de:

$$m_a = 64 + 520 \Rightarrow m_a = 584\text{g}$$

Resposta: B

- 5) A porosidade do barro permite que parte da água contida na moringa extravase, ficando exposta ao ambiente externo.

Essa água evapora e, nessa mudança de estado endotérmica, retira calor da moringa e da água interna que esfriam.

Resposta: C

MÓDULO 13 CONDUÇÃO DE CALOR

$$1) \Phi = \frac{CS\Delta\theta}{L} \Rightarrow \Phi \propto S$$

$$\Phi \propto \frac{1}{L}$$

O fluxo de calor é diretamente proporcional à área e inversamente proporcional à espessura das paredes; assim, para que o fluxo diminua, devemos diminuir a área e aumentar a espessura das paredes.

Resposta: D

$$2) \Phi = \frac{CS\Delta\theta}{L}$$

$$\Phi = \frac{2,0 \cdot 10^{-4} \cdot 100 \cdot 100}{2,0} \left(\frac{\text{cal}}{\text{s}}\right)$$

$$\Phi = 1,0 \frac{\text{cal}}{\text{s}}$$

$$3) C_{\text{cerâmica}} > C_{\text{madeira}}$$

Resposta: D

- 4) Mantidas no interior da geladeira por um longo tempo, a garrafa de vidro e a lata de alumínio estarão na mesma temperatura. Ao tocarmos ambas com as mãos desprotegidas, a lata parecerá mais fria do que a garrafa porque o alumínio é melhor condutor de calor que o vidro. A sensação de frio que sentimos está relacionada com a rapidez com que perdemos calor para o corpo.

Resposta: D

- 1) Convecção é um movimento de massas fluidas trocando de posição entre si; portanto, não há convecção no vácuo e nos sólidos.

Resposta: C

- 2) No elevador em queda livre, a gravidade aparente nula cessa as correntes de convecção da água, tornando seu tempo de aquecimento maior.

Resposta: A

- 3) **DURANTE O DIA:** O ar próximo da areia fica mais quente que o restante e sobe, dando lugar a uma corrente de ar da água para a terra. É o vento que, durante o dia, sopra do mar para a terra.

- 4) **DURANTE A NOITE:** O ar próximo da superfície da água resfria-se menos que o restante. Com isso, ele fica mais quente que o restante e sobe, dando lugar a uma corrente de ar da terra para a água. É o vento que, durante a noite, sopra da terra para o mar.

- 5) Nas geladeiras, o congelador é sempre colocado na parte superior, para que o ar se resfrie na sua presença e desça, dando lugar ao ar mais quente, que sobe.

- 6) As prateleiras são feitas em grades (e não inteiriças) para permitir a convecção do ar dentro da geladeira.

- 7) I) VERDADEIRA

O resfriamento dos alimentos ocorre principalmente devido à convecção do ar que circula no interior da geladeira. O ar quente (menos denso) sobe até o congelador e o ar frio (mais denso) desce até os alimentos. Deixando os espaços vazios, a convecção do ar é facilitada.

- II) FALSA

O gelo que se forma nas paredes do congelador funciona como material isolante, dificultando as trocas de calor com o ar aquecido pelos alimentos.

- III) VERDADEIRA

A energia térmica retirada do interior da geladeira é irradiada para o interior da cozinha através da serpentina existente na parte traseira. A poeira e a gordura que, com o tempo, são depositadas na grade que fica atrás da geladeira formam uma película que dificulta essa irradiação. Assim, a limpeza periódica dessa grade levaria à economia de energia.

Resposta: D

MÓDULO 15 RADIÇÃO TÉRMICA

1) A convecção e a condução são processos de transmissão que exigem a presença de meios materiais.

Resposta: C

2) Resposta: D

3) No vaso de Dewar:

1. A camada espelhada minimiza as perdas de energia por radiação.

2. O vácuo é estabelecido para evitar perdas por condução.

3. O vidro é mau condutor de calor.

Resposta: A

4) Resposta: E

5) I. A radiação pode ocorrer nos meios materiais ou fora deles (no vácuo).

II. Verdadeira.

III. Verdadeira.

Resposta: E

6)

0	1	2	3	4	5
V	V	V	V	V	V

MÓDULO 16 TRANSMISSÃO DE CALOR – APLICAÇÕES

1) Lei de Fourier

$$\Phi = \frac{Q}{\Delta t} = \frac{C S \Delta \theta}{L}$$

$$m L_F = \frac{C S \Delta \theta \Delta t}{L}$$

$$m \cdot 80 = \frac{0,5 \cdot 5 \cdot 100 \cdot 10 \cdot 60}{25}$$

$$m = 75g$$

Resposta: 03

2) Resposta: C

3) Resposta: D

4) I) CORRETO

A convecção somente ocorre nos fluidos (líquidos, gases e vapores).

A convecção não ocorre nos sólidos e no vácuo.

II) CORRETO

Os ventos são formados por deslocamentos de ar. Devido a convecção, massas de ar quente sobem, provocando diferenças de pressão entre regiões e, conseqüentemente, deslocamentos de ar.

III) FALSO

Durante a noite o vento sopra do continente para o mar. É à noite que as jangadas saem para alto mar.

Resposta: D

MÓDULO 17 DIOPTRO PLANO I

1) Resposta: D

2) Resposta: D

3) A refração produz o “encurtamento” das pernas.

A refração produz a aproximação relativa do fundo da piscina. O observador no ar, vê imagens na água mais próximas da superfície e os peixes, mais distantes.

Resposta: B

4) Resposta: D

MÓDULO 18 DIOPTRO PLANO II

$$1) p' = \frac{n_{\text{obs}}}{n_{\text{obj}}} \cdot p \Rightarrow p' = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{água}}} \cdot p$$

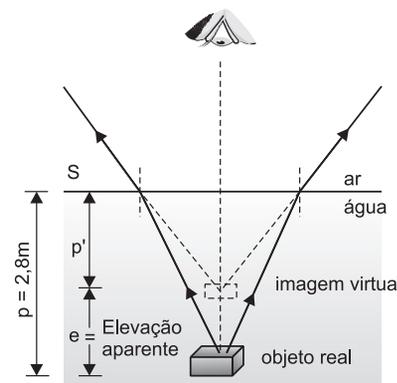
$$p' = \frac{1}{\frac{4}{3}} \cdot 1,00 \text{ (m)}$$

$$p' = 0,75\text{m} \text{ ou } p' = 75\text{cm}$$

$$2) p' = \frac{n_{\text{obs}}}{n_{\text{obj}}} \cdot p \Rightarrow p' = \frac{n_{\text{água}}}{n_{\text{ar}}} \cdot p$$

$$p' = \frac{\frac{4}{3}}{1} \cdot 1,80 \text{ (m)} \Rightarrow p' = 2,40\text{m}$$

3)



Do esquema, temos:

$p = 2,8 \text{ m}$ (distância do objeto à superfície S)

$n = \frac{4}{3}$ (índice de refração absoluto do

meio onde está o objeto)

$n' = 1,0$ (índice de refração absoluto do ar)

$p' = ?$ (distância da imagem do tijolo à superfície S)

Da Equação de Gauss, para o dióptro plano, vem:

$$\frac{p'}{n'} = \frac{p}{n}$$

$$\frac{p'}{1,0} = \frac{2,8}{\frac{4}{3}} \Rightarrow p' = 2,1\text{m}$$

A elevação aparente será dada por:

$$e = p - p'$$

$$e = 2,8 - 2,1\text{(m)} \Rightarrow e = 0,70 \text{ m}$$

Resposta: 0,70 m

$$4) \frac{p'}{p} = \frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}}$$

$$\frac{h}{60} = \frac{\frac{c}{V_{\text{ar}}}}{\frac{c}{V_{\text{água}}}} \Rightarrow h = \frac{V_{\text{água}}}{V_{\text{ar}}} \cdot 60$$

$$h = \frac{2,25 \cdot 10^5}{3,0 \cdot 10^5} \cdot 60$$

$$h = 45\text{cm}$$

$$5) \frac{p'}{p} = \frac{n_{\text{observador}}}{n_{\text{objeto}}}$$

$$\frac{450}{p} = \frac{1}{1,5}$$

$$p = 675\text{m}$$

6) a) Nessa situação, o peixe é objeto.

$p = 1,0\text{m}$ (distância do objeto à fronteira)

$n = \frac{4}{3}$ (índice de refração absoluto

do meio onde está o objeto)

$n' = 1,0$ (índice de refração absoluto do outro meio: ar)

$p' = ?$ (distância da imagem à fronteira)

Da Equação de Gauss para dióptros planos, vem:

$$\frac{p'}{p} = \frac{n'}{n} \Rightarrow \frac{p'}{1,0} = \frac{1,0}{\frac{4}{3}}$$

$$p' = 0,75\text{m}$$

A profundidade "aparente" do peixe é de 0,75m (todo corpo colocado dentro d'água sofre uma elevação aparente para um observador fora d'água) e a distância entre o olho e o peixe, para o observador, é de 1,75m.

b) Nessa situação, o olho será o objeto a ser observado pelo peixe.

$p = 1,0\text{m}$ (distância do olho à fronteira)

$n = 1,0$ (índice de refração absoluto do meio onde está o objeto)

$n' = \frac{4}{3}$ (índice de refração absoluto do outro meio: água)

$p' = ?$ (distância da imagem à fronteira)

Assim, vem: $\frac{p'}{p} = \frac{n'}{n}$

$$\frac{p'}{1,0} = \frac{\frac{4}{3}}{1,0} \Rightarrow p' = 1,33\text{m}$$

$$\frac{p'}{1,0} = \frac{4}{3} \Rightarrow p' = 1,33\text{m}$$

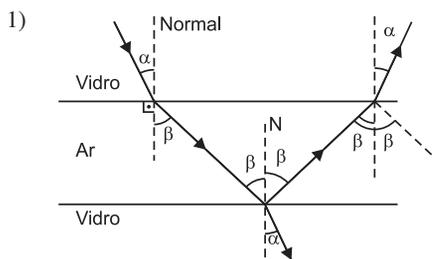
A altura aparente do olho do observador é de 1,33m (todo corpo no ar sofre um afastamento aparente para um observador dentro d'água) e a distância aparente entre o olho e o peixe é de aproximadamente 2,33m.

Respostas: a) 1,75m b) $\approx 2,33\text{m}$

7) A imagem conjugada ao objeto situa-se mais próxima da fronteira quando o observador se encontra no meio menos refringente e o objeto no meio mais refringente ($n_1 < n_2$).

Resposta: B

MÓDULO 19 LÂMINA DE FACES PARALELAS I



2) A imagem fica mais próxima que o objeto em relação à vidraça.

Resposta: D

3) $n_{\text{ar}} \cdot \sin 45^\circ = n_{\text{v}} \cdot \sin i$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \sin i$$

$$\sin i = \frac{1}{2} \Rightarrow i = 30^\circ = \alpha$$

Resposta: A

4) 1ª face

$$n_1 \sin i = n_2 \sin r$$

$$2,0 \sin i = n_2 \sin r \quad (\text{I})$$

2ª face

$$n_2 \sin r = n_3 \sin 90^\circ$$

$$n_2 \sin r = 1,0 \cdot 1,0$$

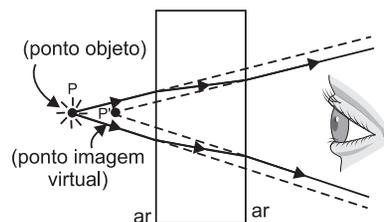
$$n_2 \sin r = 1,0 \quad (\text{II})$$

Igualando-se (I) e (II)

$$2,0 \sin i = 1,0 \Rightarrow \sin i = \frac{1}{2}$$

$$i = 30^\circ$$

5)



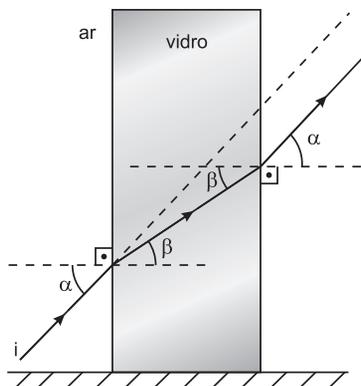
Quando olhamos através de uma lâmina de faces paralelas, por exemplo, uma lâmina de vidro, a imagem do objeto estará mais próxima do observador e sua natureza será virtual.

Resposta: C

6) (I) Ao refratar-se obliquamente do ar para o vidro, o raio luminoso aproxima-se da normal.

(II) Ao refratar-se obliquamente do vidro para o ar, o raio luminoso afasta-se da normal.

(III) Como o meio que envolve a lâmina é o mesmo (o ar), o raio emergente (r) é paralelo ao raio incidente (i).



Resposta: A

MÓDULO 20 LÂMINA DE FACES PARALELAS II

1) $i = r$ (2ª lei da reflexão)
 $\therefore \alpha = 45^\circ$

2) LSD (1ª face): $n_{\text{ar}} \cdot \sin 45^\circ = n_{\text{v}} \cdot \sin \beta$

$$1 \cdot \frac{\sqrt{2}}{2} = \sqrt{2} \cdot \sin \beta$$

$$\sin \beta = \frac{1}{2} \Rightarrow \beta = 30^\circ$$

3) β e γ são alternos internos: $\beta = \gamma = 30^\circ$

4) $n_{\text{v}} \cdot \sin \gamma = n_{\text{ar}} \cdot \sin \sigma$

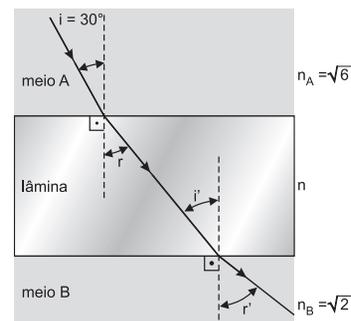
$$\sqrt{2} \cdot \sin 30^\circ = 1 \cdot \sin \sigma$$

$$\sin \sigma = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow \sigma = 45^\circ$$

5) Nas condições apresentadas, o raio não sofre desvio angular, ocorre apenas o desvio lateral.

Resposta: A

6)



1) Aplicando-se a Lei de Snell à refração de entrada da luz, temos:

$$n_A \sin i = n \sin r \quad (\text{I})$$

2) Aplicando-se a Lei de Snell à refração de saída da luz, temos:

$$n \sin i' = n_B \sin r' \quad (\text{II})$$

Mas $i' = r$ (alternos internos) e, portanto: $n \sin r = n_B \sin r'$ (II)

Substituindo-se II em I, vem:

$$n_A \sin i = n_B \sin r'$$

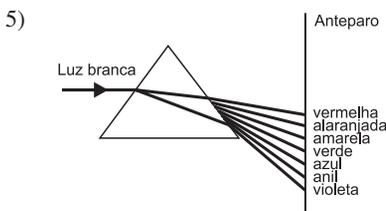
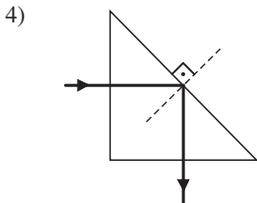
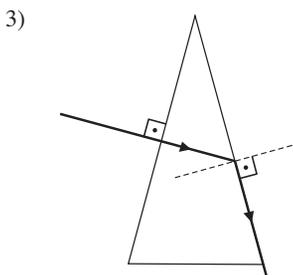
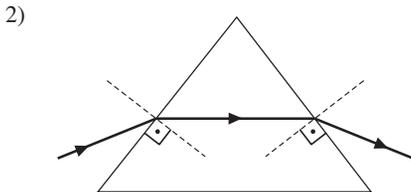
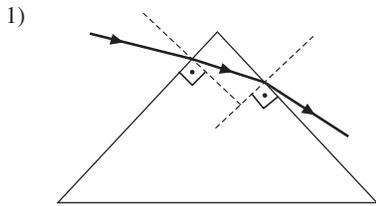
$$\sqrt{6} \sin 30^\circ = \sqrt{2} \sin r'$$

$$\sin r' = \frac{\sqrt{3}}{2}$$

Donde: $r' = 60^\circ$

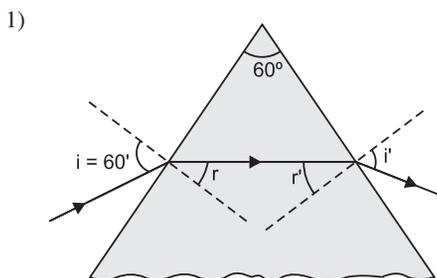
Resposta: 60°

MÓDULO 21 PRISMAS ÓPTICOS I



6) Resposta: D

MÓDULO 22 PRISMAS ÓPTICOS II



(I) Refração de entrada:

$$\sqrt{3} \sin r = 1 \cdot \sin 60^\circ \Rightarrow \sin r = \frac{1}{2}$$

$$\therefore r = 30^\circ$$

(II) $r' + r = 60^\circ \Rightarrow r' + 30^\circ = 60^\circ$

$$r' = 30^\circ$$

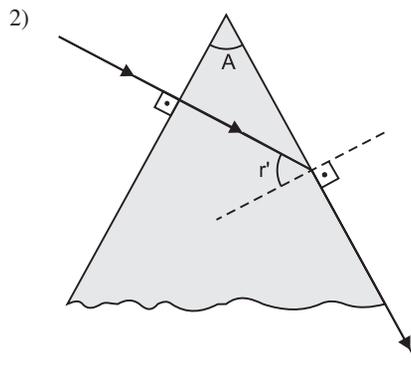
(III) Refração de saída:

se $r' = r = 30^\circ \Rightarrow i' = i = 60^\circ$
(reversibilidade da luz)

(IV) $\Delta = i + i' - A$

$$\Delta = 60^\circ + 60^\circ - 60^\circ \Rightarrow \Delta = 60^\circ$$

Resposta: C



(I) Refração de saída:

$$\sqrt{2} \sin r' = 1 \cdot \sin 90^\circ$$

$$\sin r' = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow r' = 45^\circ$$

(II) $A = r + r'$

$$A = 0 + 45^\circ \Rightarrow A = 45^\circ$$

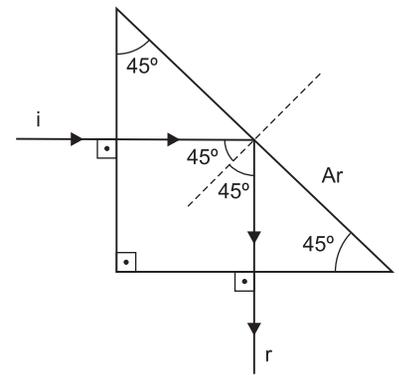
Resposta: D

3) (I) O ângulo de incidência da luz na face oblíqua do prisma é $i = 45^\circ$, com $\sin i = \sin 45^\circ \approx 0,71$.

(II) Cálculo do seno do ângulo limite da interface prisma-ar:

$$\sin L = \frac{n_{Ar}}{n} \Rightarrow \sin L = \frac{1,0}{1,6} \approx 0,63$$

(III) Como $\sin i > \sin L$, tem-se $i > L$ e o raio de luz sofre *reflexão total* na face oblíqua do prisma.



Resposta: A

4) I) $\Delta = i + e - A$

$$\Delta = 53^\circ + 53^\circ - 60^\circ$$

$$\Delta = 46^\circ$$

Como $e = i$, a luz atravessa o prisma na condição de desvio mínimo.

II) $r + r' = A$

$$\text{Se } e = i = 53^\circ \Rightarrow r = r'$$

(Reversibilidade da luz)

$$\text{Logo: } 2r = A \Rightarrow 2r = 60^\circ$$

$$\text{Da qual: } r = 30^\circ$$

(III) Lei de Snell à refração de entrada:

$$n \sin r = n_{ar} \sin i$$

$$n \sin 30^\circ = 1 \cdot \sin 53^\circ$$

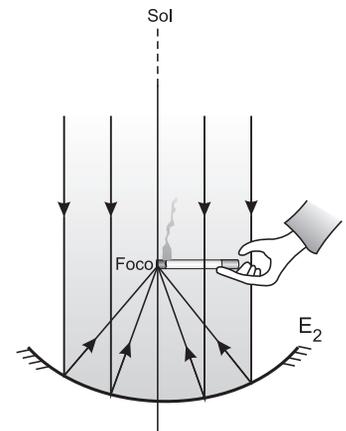
$$n \cdot 0,5 = 0,8$$

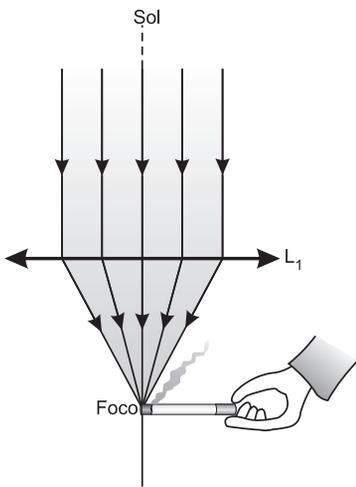
$$\text{Da qual: } n = 1,6$$

Resposta: B

MÓDULO 23 LENTES ESFÉRICAS

1)





Resposta: D

- 2) Resposta: E
- 3) Resposta: A
- 4) Resposta: C

MÓDULO 24 LENES ESFÉRICAS – CONSTRUÇÕES DE IMAGENS

- 1) a) Real, invertida e menor
- b) Real, invertida e igual
- c) Real, invertida e maior
- d) Virtual, direita e maior
- e) Virtual, direita e menor

MÓDULO 25 LENES ESFÉRICAS – EQUAÇÃO DE GAUSS

$$1) \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{4,0} - \frac{1}{6,0}$$

$$p' = 12\text{cm}$$

$$2) \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{15} - \frac{1}{5}$$

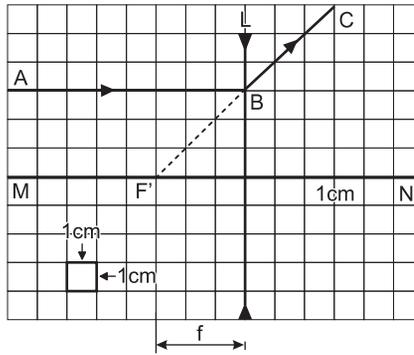
$$f = -7,5\text{cm}$$

Sendo $f < 0$, concluímos que a lente é divergente.

- 3) Resposta: D
- 4) Resposta: B
- 5) Resposta: D

MÓDULO 26 LENES ESFÉRICAS – AUMENTO

- 1) a) O raio incidente (AB), paralelo ao eixo óptico (MN) da lente, deve refratar-se alinhado com o foco imagem F' , conforme representamos a seguir.



Obedecendo à escala da figura, concluímos que:

$$|f| = 3,0\text{cm}$$

Como F' é um foco virtual, atribuímos sinal negativo a f .

$$f = -3,0\text{cm}$$

- b) Equação de Gauss:

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

$$-\frac{1}{3,0} = \frac{1}{6,0} + \frac{1}{p'}$$

$$\frac{1}{p'} = -\frac{1}{3,0} - \frac{1}{6,0}$$

$$\frac{1}{p'} = \frac{-2,0 - 1,0}{6,0} \Rightarrow p' = -2,0\text{cm}$$

A imagem virtual situa-se a 2,0cm da lente, do mesmo lado do objeto.

Aumento linear transversal:

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

$$\frac{i}{3,0} = -\frac{(-2,0)}{6,0} \Rightarrow i = 1,0\text{cm}$$

A imagem é direita, com comprimento igual a 1,0cm.

- Respostas: a) $-3,0\text{cm}$
 b) Tamanho da imagem: 1,0cm
 Posição da imagem: a 2,0cm da lente, do mesmo lado do objeto.

- 2) 01. ERRADA

$$p + p' = 40 \quad (1)$$

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

$$p' = 3p \quad (2)$$

$$(2) \text{ em } (1): p + 3p = 40$$

$$4p = 40 \Rightarrow p = 10\text{cm}$$

$$p' = 3 \cdot 10\text{cm} \Rightarrow p' = 30\text{cm}$$

02. CORRETA

Equação de Gauss:

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

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} + \frac{1}{30}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{3 + 1}{30} = \frac{4}{30}$$

$$f = 7,5\text{cm}$$

04. CORRETA

$f > 0$: Lente convergente

08. CORRETA

16. CORRETA

Resposta: 30

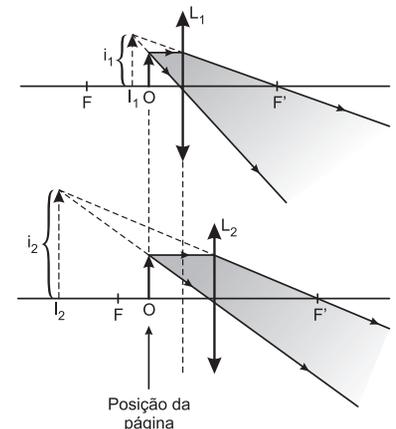
- 3) a) Para a imagem vista na Figura 1 transformar-se naquela mostrada na Figura 2, a lupa teve de ser *afastada* da folha de papel.

- (I) *Justificativa analítica:*

$$A = \frac{i}{o} = \frac{f}{f-p} \Rightarrow i = \frac{o \cdot f}{f-p}$$

Com o e f constantes, aumentando-se a distância p entre a lupa e a folha de papel, o comprimento (“tamanho”) da imagem *umenta*.

- (II) *Justificativa gráfica:*



$$i_2 > i_1$$

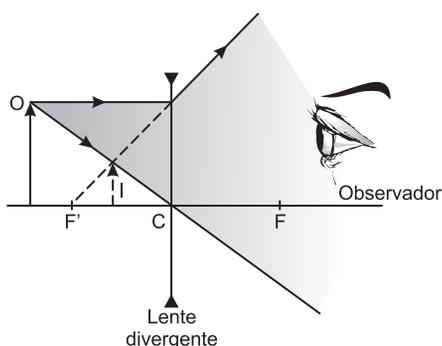
$$b) A = \frac{f}{f-p} \Rightarrow 4 = \frac{f}{f-9}$$

$$4f - 36 = f$$

$$3f = 36 \Rightarrow f = 12 \text{ cm}$$

Respostas: a) Afastada (ver justificativa)
b) 12 cm

4) Funcionamento do olho mágico:



No caso, $p = 60 \text{ cm}$ e $A = \frac{1}{3}$, logo:

$$A = \frac{f}{f-p} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{f}{f-60}$$

$$3f = f - 60 \Rightarrow 2f = -60 \Rightarrow f = -30 \text{ cm}$$

$$\text{Donde: } |f| = 30 \text{ cm}$$

MÓDULO 27 VERGÊNCIA DE UMA LENTE

$$1) \frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$\frac{1}{f_{eq}} = \frac{1}{5,00} + \frac{1}{15,0} \text{ (cm)}$$

$$f_{eq} = 3,75 \text{ cm}$$

$$2) a) V_A = \frac{1}{f_A} = \frac{1}{0,10} \text{ (di)}$$

$$V_A = 10 \text{ di}$$

$$V_{eq} = V_A + V_B = 10 + (-5,0) \text{ (di)}$$

$$V_{eq} = 5,0 \text{ di}$$

$$b) f_{eq} = \frac{1}{V_{eq}} = 0,20 \text{ m}$$

$$f_{eq} = 20 \text{ cm}$$

$$3) a) V_{eq} = V_1 + V_2$$

$$V_{eq} = \frac{1}{f_1} + \frac{1}{f_2}$$

$$V_{eq} = \frac{1}{0,20} - \frac{1}{0,10} \text{ (di)}$$

$$V_{eq} = -5,0 \text{ di}$$

$$b) f_{eq} = \frac{1}{V_{eq}} \Rightarrow f_{eq} = \frac{1}{-5,0} \text{ (m)}$$

$$f_{eq} = -0,20 \text{ m} \Rightarrow f_{eq} = -20 \text{ cm}$$

4) (I) Equação de Gauss:

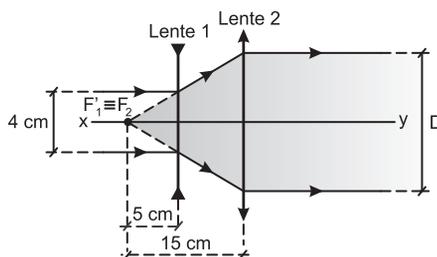
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d} + \frac{1}{d} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{d}$$

(II) Vergência: $V = \frac{1}{f}$

$$\text{Logo: } V = \frac{2}{d}$$

Resposta: D

5) Para obtenção do trajeto proposto para os raios luminosos (sistema afocal), é necessário que o foco imagem da lente 1 coincida com o foco objeto da lente 2, como representa a figura a seguir.



Semelhança de triângulos:

$$\frac{D}{4 \text{ cm}} = \frac{15 \text{ cm}}{5 \text{ cm}}$$

$$\text{Da qual: } D = 12 \text{ cm}$$

Resposta: D = 12 cm

6) 1. (F) e 2 (V)

$$V = V_{L1} + V_{L2} + V_{L3}$$

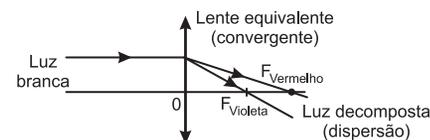
$$V = +6 - 4 - 1 \text{ (di)}$$

$$V = +1 \text{ di}$$

Como $V > 0$, a lente equivalente da justaposição tem comportamento convergente.

$$f = \frac{1}{V} \Rightarrow f = \frac{1}{1} \text{ (m)} \Rightarrow f = +1 \text{ m}$$

3 (V) O fenômeno denomina-se *aberração cromática*.



$$f_{\text{Vermelho}} > f_{\text{Amarilado}} > f_{\text{Amarelo}} > f_{\text{Verde}} > f_{\text{Azul}} > f_{\text{Anil}} > f_{\text{Violeta}}$$

4 (F) Associações adequadas de lentes minimizam as aberrações cromáticas nos equipamentos ópticos modernos com grande grau de sofisticação.

MÓDULO 28 LENTE ESFÉRICAS – EQUAÇÃO DE HALLEY

$$1) \frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5}{1,0} - 1 \right) \left(\frac{1}{10} + \frac{1}{10} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{10} \Rightarrow f = 10 \text{ cm}$$

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

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5}{1,0} - 1 \right) \left(-\frac{1}{20} + \frac{1}{10} \right) \text{ (cm)}$$

$$f = 40 \text{ cm}$$

3) a) Tomemos a equação dos fabricantes de lentes:

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

Temos que: $R_1 = R_2 = R$; $f = -10 \text{ cm}$ (lente divergente);

$$n_{2,1} = 1,5$$

$$-\frac{1}{10 \text{ cm}} = (1,5 - 1) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$-\frac{1}{10 \text{ cm}} = 0,5 \cdot \frac{2}{R} \Rightarrow R = -10 \text{ cm}$$

O sinal (-) no valor de R apenas confirma a convenção de sinais adotada: face côncava tem raio de curvatura negativo.

b) Retomando a equação dos fabricantes de lentes:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5}{1,8} - 1 \right) \left(-\frac{1}{10\text{cm}} - \frac{1}{10\text{cm}} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5 - 1,8}{1,8} \right) \left(-\frac{2}{10\text{cm}} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \frac{-0,3}{1,8} \cdot \left(-\frac{1}{5\text{cm}} \right)$$

$$\boxed{f = 30 \text{ cm}}$$

Observe que, como $f > 0$, a lente passou a ter comportamento convergente.
Respostas: a) 10 cm b) 30 cm

$$4) \frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_m} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{1,5}{4} - 1 \right) \left(\frac{1}{10} - \frac{1}{5,0} \right) (\text{cm})$$

$$f = -80\text{cm} \Rightarrow |f| = 80\text{cm}$$

Resposta: E

5) Equação de Halley:

$$V = \frac{1}{f} = \left(\frac{n_L}{n_M} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

(I) Parte mergulhada no ar:

$$1 = \left(\frac{n_L}{1} - 1 \right) \left(\frac{1}{0,5} \right)$$

$$\boxed{n_L = \frac{3}{2}}$$

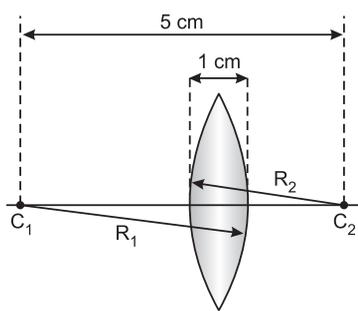
(II) Parte mergulhada na água:

$$V_{\text{água}} = \left(\frac{3/2}{4/3} - 1 \right) \left(\frac{1}{0,5} \right) (\text{di})$$

$$\text{Onde: } \boxed{V_{\text{água}} = \frac{1}{4} \text{ di}}$$

Resposta: A

6) A lente é convergente ($f > 0$) e biconvexa, como representa o esquema abaixo.



Da equação de Halley, com $f = 4 \text{ cm}$, $n_1 = 1$ e $n_2 = \frac{4}{3}$, vem:

$$\frac{1}{f} = \left(\frac{n_2}{n_1} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{4} = \left(\frac{4}{3} - 1 \right) \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{1}{4} = \frac{1}{3} \left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} \right)$$

$$\frac{3}{4} = \frac{R_1 + R_2}{R_1 \cdot R_2} \quad (1)$$

Da figura esboçada, podemos escrever:

$$R_1 + R_2 - 1 = 5$$

$$R_1 + R_2 = 6 \quad (2)$$

De (1) e (2):

$$\frac{3}{4} = \frac{6}{R_1(6 - R_1)} \Rightarrow 3R_1(6 - R_1) = 24$$

$$18R_1 - 3R_1^2 = 24 \Rightarrow R_1^2 - 6R_1 + 8 = 0$$

Resolvendo-se a equação do 2º grau, obtemos:

$$\boxed{R_1 = 2\text{cm}} \Rightarrow \boxed{R_2 = 4\text{cm}}$$

$$\boxed{R_1 = 4\text{cm}} \Rightarrow \boxed{R_2 = 2\text{cm}}$$

Respostas: $R_1 = 2\text{cm}$ ou 4cm

$R_2 = 4\text{cm}$ ou 2cm

MÓDULO 29 ÓPTICA DA VISÃO I

- 1) (1) convergente; (2) real;
(3) diminuir; (4) relaxados.

- 2) Míope \Rightarrow olho A (lente divergente)
Hipermetrope \Rightarrow olho B (lente convergente)

3) Resposta: E

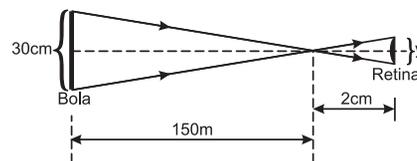
4) O astigmatismo é um defeito na curvatura da córnea que é compensado por lentes cilíndricas.

Resposta: E

- 5) D) Hipermetropia
II) Miopia
III) Presbiopia

MÓDULO 30 ÓPTICA DA VISÃO II

1) Na figura abaixo está esquematizada, fora de escala, a formação da imagem na retina do torcedor.



Semelhança de triângulos:

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

$$y = \frac{60}{15 \cdot 10^3} \text{ cm}$$

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

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

Resposta: B

$$2) V = \frac{1}{f} \Rightarrow V = \frac{-1}{D} \Rightarrow V = \frac{-1}{1,0} (\text{di})$$

$$V = -1,0 \text{ di}$$

- 3) a) Atrás da retina.
b) Devem ser usadas **lentes corretivas convergentes**, cuja vergência é dada por:

$$V_H = \frac{1}{d_n} - \frac{1}{d_H}$$

$$V_H = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,50} (\text{di})$$

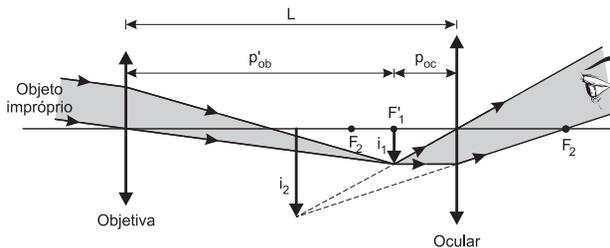
$$V_H = 2,0 \text{ di}$$

4) Na miopia, a imagem forma-se antes da retina. A diminuição da curvatura da córnea diminui a convergência do sistema, provocando o deslocamento da imagem para o local onde se encontra a retina.

Resposta: C

MÓDULO 31
INSTRUMENTOS DE ÓPTICA I

- 1) Resposta: D
- 2) I) Lupa; virtual, direita e ampliada.
II) Microscópio; real, invertida e ampliada; virtual, invertida e ampliada.
III) Luneta; real, invertida e menor; virtual, invertida e maior do que a da objetiva (o objeto é impróprio).
- 3) I) Real, invertida e menor.
II) Real, invertida e maior.
- 4) O esquema seguinte ilustra a situação proposta:



O comprimento da luneta (L) é tal que:

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

O corpo celeste, estando certamente 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:

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

A imagem fornecida 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:

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

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{p_{oc}} - \frac{1}{60}$$

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

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

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

$L = 95\text{cm}$

Resposta: 95cm

MÓDULO 32
INSTRUMENTOS DE ÓPTICA II

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

$$\frac{1}{5,0} = -\frac{1}{20} + \frac{1}{p}$$

$$p = 4,0\text{cm}$$

$$2) \text{ Para objetos distantes: } p \rightarrow \infty \text{ e } \frac{1}{p} \cong 0$$

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

Resposta: D

$$3) A = \frac{y'}{y} = -2$$

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

$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow -2 = \frac{20}{20 - p}$$

$$-40 + 2p = 20 \text{ (cm)}$$

$$p = 30\text{cm}$$

- 4) a) O diafragma das máquinas fotográficas, da mesma forma que a pupila do olho humano, regula a quantidade (intensidade) de luz que penetra no dispositivo e produz a imagem que fica gravada no filme ou *chip* eletrônico.
- b) Um homem, para ser invisível, deveria ser transparente com índice absoluto de refração idêntico ao do ar. Além disso, nenhuma de suas partes poderia refletir os raios de luz.
- d) A ocular de um microscópio composto é uma lente convergente, com distância focal da ordem de centímetros, que funciona como lupa.
- e) Na lupa, a imagem obtida é virtual, direita e maior que o objeto.

Resposta: C

