

RESOLUÇÃO DO NÍVEL 1 E NÍVEL 2 DE TODAS AS AULAS DO CAPÍTULO 3

AULA-1

Estudo Inicial da Óptica

Nível 1

Resposta da questão 1:

[A]

A questão aborda o princípio da propagação retilínea da luz, fundamental para a óptica geométrica.

Para que possamos enxergar um objeto, a luz (refletida ou emitida por ele) deve atingir nossos olhos. Quando um obstáculo opaco é colocado entre o observador e o objeto, ele bloqueia os raios de luz.

Analisando as alternativas:

[A] Correta. Como a luz se propaga em linha reta em meios homogêneos, ela não consegue 'curvar-se' em torno do sofá para atingir o observador. O sofá atua como um anteparo.

[B] Incorreta. Para enxergarmos a estante, a luz deve viajar da estante para os nossos olhos, e não o contrário.

[C] Incorreta. Pelo princípio da independência dos raios luminosos, a luz de um objeto não 'desvia' a luz de outro ao se cruzarem.

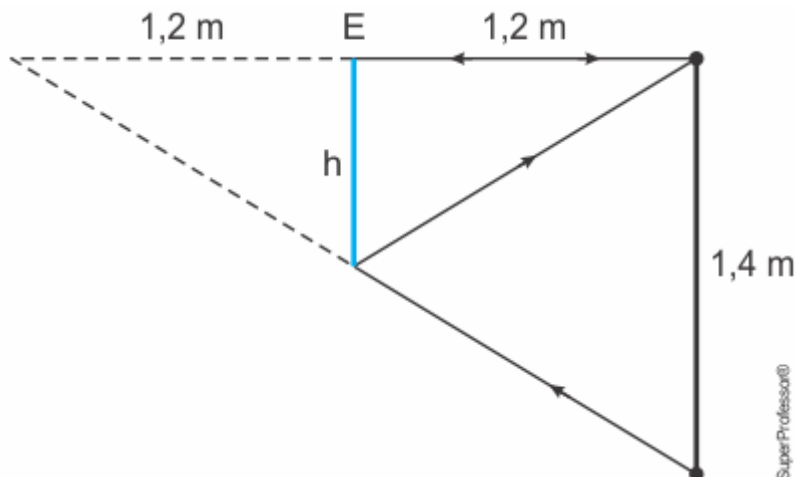
[D] Incorreta. A impossibilidade de visão ocorre porque o sofá impede que a luz da estante chegue ao observador, e não porque a estante absorve a luz do sofá.

[E] Incorreta. A estante é um corpo iluminado; ela reflete a luz do ambiente. Ela só não é vista porque o caminho retilíneo dessa reflexão é interrompido pelo sofá.

Resposta da questão 2:

[D]

Por semelhança de triângulos, chegamos a:

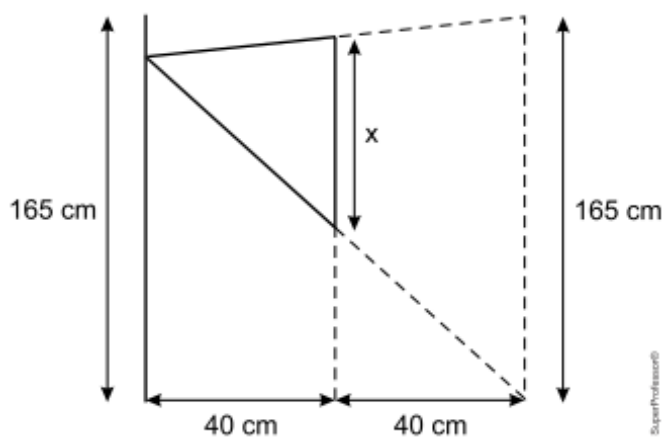


$$\frac{h}{1,4} = \frac{1,2}{2,4}$$
$$\therefore h = 0,7m$$

Resposta da questão 3:

[B]

A menor altura x do espelho é de:



$$\frac{x}{165} = \frac{40}{80}$$
$$\therefore x = 82,5 \text{ cm}$$

Resposta da questão 4:

[A]

Um espelho plano nos fornece imagens virtuais, formadas pelos prolongamentos dos raios refletidos para um ponto atrás do espelho, portanto sendo imagens virtuais, direitas e de tamanho igual ao objeto.

Resposta da questão 5:

[D]

Na associação angular de espelhos planos, o número de imagens distintas (N) do objeto é determinado com a relação entre o ângulo de uma volta completa (360°) e o ângulo entre os espelhos (no caso 45°) descontados do próprio objeto:

$$N = \frac{360^\circ}{45^\circ} - 1 \Rightarrow N = 8 - 1. N = 7$$

Resposta da questão 6:

[A]

P está numa região de penumbra, o que quer dizer que está iluminado apenas parcialmente. Sendo assim, a pessoa sobre este ponto observa um eclipse parcial do Sol.

Resposta da questão 7:

[B]

A imagem em espelhos planos fica rotacionada 180° na horizontal, então a imagem do logotipo está bem representada na alternativa [B].

Resposta da questão 8:

[B]

Como existe o movimento de aproximação em relação ao espelho, a velocidade relativa da imagem é o dobro da velocidade da pessoa em relação ao espelho, isto é, é como se a imagem se deslocasse com $2m/s$ no sentido da pessoa.

Resposta da questão 9:

[A]

O fenômeno do eclipse pode ser explicado pelo princípio da propagação retilínea da luz, no qual os raios de luz provenientes do Sol não atingem a Lua (ou a atingem parcialmente, gerando zona de penumbra) devido à posição intermediária da Terra, causando o eclipse.

Resposta da questão 10:

[D]

Num meio homogêneo a luz se propaga em linha reta → [I] Princípio da propagação retilínea da luz.

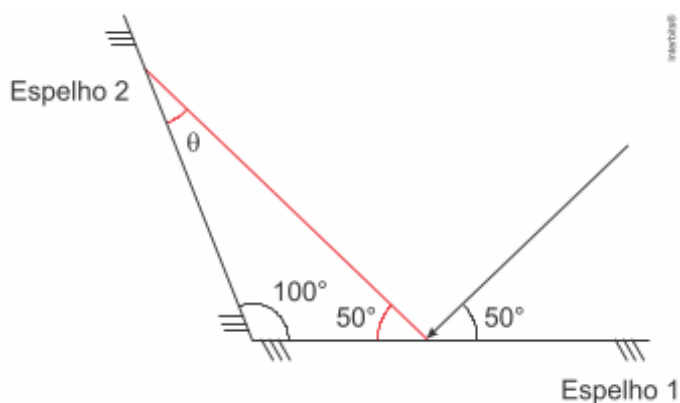
A trajetória ou caminho de um raio não depende do sentido da propagação → [III] Princípio da reversibilidade dos raios de luz.

Os raios de luz se propagam independentemente dos demais → [II] Princípio da independência dos raios de luz.

Resposta da questão 11:

[A]

Desenhando o raio refletido com o mesmo ângulo de incidência podemos determinar o ângulo de incidência sobre o espelho 2 usando os princípios da trigonometria, em que a soma dos ângulos internos de um triângulo devem somar 180° .



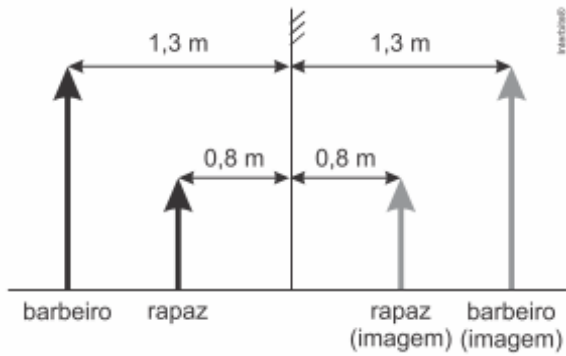
Logo, teremos:

$$\theta = 180^\circ - 100^\circ - 50^\circ \therefore \theta = 30^\circ$$

Resposta da questão 12:

[D]

Para o espelho, plano, teremos:

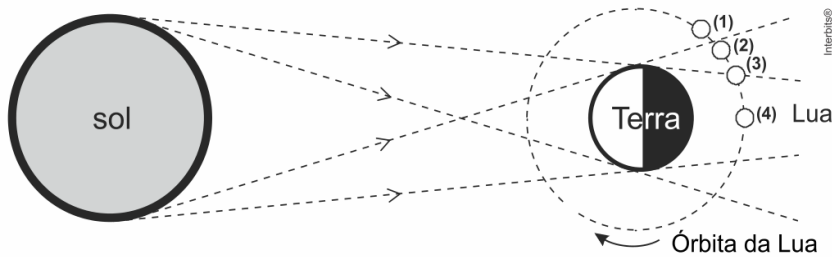


Assim, a distância entre o barbeiro e sua própria imagem é $1,30 + 1,30 = 2,60$ m

Resposta da questão 13:

[C]

Como mostra a figura, o eclipse lunar é consequência da propagação retilínea da luz e esse fenômeno ocorre na lua cheia, quando a Lua passa pelo cone de sombra da Terra.



Resposta da questão 14:

[B]

Usando a relação da associação de espelhos e calculando o α

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \Rightarrow \text{Usando as informações da questão } N = 7(\text{imagens})$$

$$7 = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1 \Rightarrow 7 + 1 = \frac{360^\circ}{\alpha} \Rightarrow 8 = \frac{360^\circ}{\alpha} \Rightarrow \alpha = \frac{360^\circ}{8} \Rightarrow \alpha = 45^\circ$$

Resposta da questão 15:

[C]

A imagem no espelho é enantiomorfa e irá aparecer da seguinte forma:



Resposta da questão 16:

[D]

É a mesma justificativa para a formação de sombras ou penumbras. No caso do eclipse, a lua fica entre o Sol e a Terra, em um ponto no qual forma uma área de sombra ou penumbra na Terra. Em caso de penumbra, trata-se de um eclipse parcial e no caso da sombra, trata-se de um eclipse total.

Resposta da questão 17:

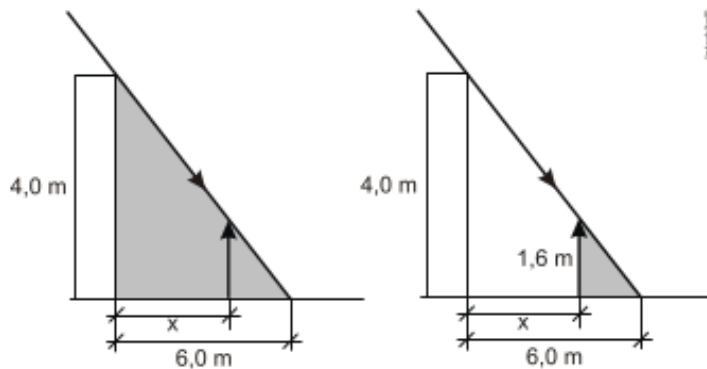
[C]

É baseado na propagação retilínea da luz que esses fenômenos são explicados.

Resposta da questão 18:

[D]

Observe que os triângulos sombreados são semelhantes



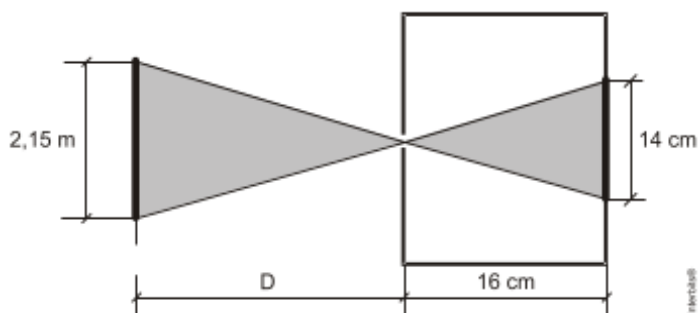
Portanto:

$$\frac{4}{6} = \frac{1,6}{6-x} \rightarrow 24 - 4x = 9,6 \rightarrow 4x = 14,4 \rightarrow x = 3,6m.$$

Resposta da questão 19:

[C]

A figura abaixo mostra a situação descrita:



Os triângulos sombreados são semelhantes, portanto: $\frac{D}{2,15} = \frac{16}{14} \rightarrow D = \frac{16 \times 2,15}{14} \cong 2,5m$.

Resposta da questão 20:

[C]

Para que a palavra **AMBULÂNCIA** possa ser lida corretamente ela deve ter sido escrita invertida horizontalmente.

AMBULÂNCIA

AICNÂJUBMA invertido

Resposta da questão 21:

[D]

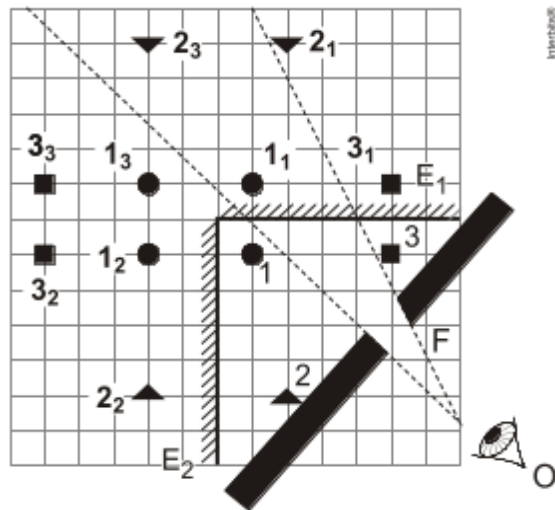
Trata-se de uma associação de espelhos planos, com ângulo $\alpha = 90^\circ$ entre os espelhos. O número (n) de imagens formadas de cada um dos objetos é dado pela expressão:

$$n = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1.$$

Substituindo:

$$n = \frac{360^\circ}{90^\circ} - 1 \Rightarrow n = 3.$$

A figura mostra 9 imagens (3 de cada objeto). A fenda permite que observador veja apenas as imagens 1_1 e 2_3 .



Resposta da questão 22:

[D]

Para que possamos garantir a segurança na ultrapassagem devemos olhar para o motorista do carro da frente através do espelho, se estivermos vendo-o, com certeza ele está nos vendo também. Essa situação faz parte do princípio da reversibilidade do raio de luz.

Resposta da questão 23:

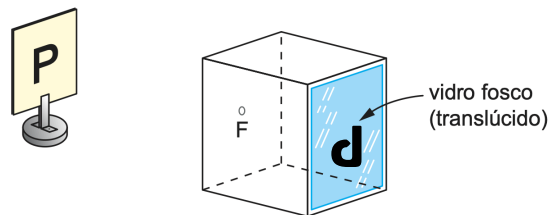
[E]

Se o espelho está parado e o objeto se afasta a 2 m/s em relação ao espelho, sua própria imagem também se afasta a 2 m/s do espelho. Assim, a imagem se afasta em relação ao próprio objeto numa velocidade de 4 m/s.

Resposta da questão 24:

[B]

Toda imagem formada numa câmara escura deve ser invertida e enantiomorfa, assim temos:



Resposta da questão 25:

[D]

O espelho plano conjuga sempre uma imagem virtual/atrás do espelho, e essa imagem tem a mesma altura 13 cm e a distância do objeto até o espelho (20 cm) é a mesma do espelho até a imagem (20 cm).

Resposta da questão 26:

[B]

A cor de um objeto é a cor da luz que ele predominantemente difunde (reflete).

Considerando que os objetos sejam constituídos de pigmentos puros (refletem uma única radiação ou nenhuma), quando iluminadas com luz vermelha, a mesa branca (difunde todas as radiações) parecerá vermelha, e a bola verde (difunde apenas verde) parecerá preta.

Resposta da questão 27:

[D]

Pelas propriedades da reflexão dos espectros de luz, temos que as faixas verde, branca e vermelha refletem, respectivamente, as cores verde, verde e preta.

Resposta da questão 28:

[E]

Dentre as opções, o único cartão que não apresenta componente de tom vermelho, é o cartão azul.

Resposta da questão 29:

[C]

A luz branca é composta por todas as cores, sendo assim, ao pintarmos os telhados de branco, teremos a reflexão de todo o espectro da luz visível, diminuindo a energia luminosa absorvida pelos telhados, pois parte do espectro das ondas eletromagnéticas recebidas pelo Sol será enviado de volta para a atmosfera.

Resposta da questão 30:

[B]

Como somente incide radiação da cor amarela,

- na porção azul, que reflete apenas o comprimento de onda referente a essa radiação, não ocorre reflexão alguma, e ela apresenta coloração **negra**;

- na porção branca, que reflete igualmente todas as radiações, há reflexão somente da radiação amarela e ela apresenta, então, coloração **amarela**.

Resposta da questão 1:

[D]

Para resolver esse problema, vamos considerar as propriedades de formação de imagem em espelhos planos, onde a distância do objeto ao espelho é igual à distância da imagem ao espelho.

Posição da Imagem de Renato (i_R)

Renato está a 1,2 m do espelho. Logo, sua imagem (i_R) está "atrás" do espelho a uma distância de:

$$d_{i_{Rel}} = 1,2m$$

Posição da Imagem do Relógio (i_{Rel})

Vamos chamar a distância entre as duas paredes (onde está o espelho e onde está o relógio) de D . Como o relógio está na parede oposta, sua distância real até o espelho é D . Portanto, sua imagem (i_{Rel}) está a uma distância de:

$$d_{i_{Rel}} = D$$

Distância entre as Imagens

O enunciado afirma que a distância entre a imagem de Renato e a imagem do relógio é de 4,6 m. Como ambas as imagens estão localizadas "atrás" do espelho (no mesmo lado virtual), a distância entre elas é a diferença entre suas posições em relação ao espelho:

$$\begin{aligned}d_{i_{Rel}} - d_{i_R} &= 4,6m \\D - 1,2 &= 4,6 \\D &= 4,6 + 1,2 \\D &= 5,8m\end{aligned}$$

Logo, a distância entre a parede do relógio e a parede do espelho é de 5,8 m.

Resposta da questão 2:

[C]

Para resolver esta questão, aplicamos o conceito de semelhança de triângulos na óptica geométrica, considerando a propagação retilínea da luz.

O sistema forma dois triângulos retângulos semelhantes. O primeiro tem base igual ao raio da abertura ($D/2$) e altura igual ao comprimento do tubo (2,0 m). O segundo triângulo, ampliado, tem base igual ao raio da imagem projetada (1,0 m) e altura igual à distância total da fonte até o fundo do palco (2,0 m + 9,0 m = 11,0 m).

Aplicando a proporção: $\frac{D}{2,0} = \frac{2,0}{11,0}$

Isolando D : $11,0 \cdot D = 4,0$, resultando em $D \approx 0,36m$. Contudo, reavaliando o enunciado sob a óptica de raios que cruzam na abertura, utiliza-se a semelhança entre o triângulo da fonte-abertura e abertura-projeção: $\frac{D}{2,0} = \frac{2,0}{9,0}$. Assim, $9D = 4$, logo $D = 0,44$ m.

Revisando pela lógica de câmara escura (onde a fonte é o fundo): $\frac{D}{2,0} = \frac{2,0-D}{9,0}$ ou simplificação direta por triângulos das extremidades.

A alternativa [C] (20 cm) é atingida se considerarmos a razão entre o diâmetro da mancha e a distância total: $\frac{D}{2} = \frac{2}{9+1}$ ou modelos similares de geometria de feixe. No modelo padrão de semelhança de triângulos entre a base do tubo e a projeção: $\frac{D}{2} = \frac{2}{9+1}$ resulta em 0,2m (20cm).

Justificativa das incorretas:

As alternativas [A], [B], [D] e [E] não satisfazem a razão de proporcionalidade $\frac{2}{11}$ ou $\frac{2}{10}$ necessária para a formação da imagem circular de 2m nas distâncias dadas.

Resposta da questão 3:

[E]

A imagem de um espelho plano é vista pelo observador na mesma distância que o objeto está do espelho em linha reta (prolongamento da visão), ou seja, a imagem 3 representa um prolongamento da visão de Mariana e está localizada na mesma distância que Paula está do espelho.

Resposta da questão 4:

[A]

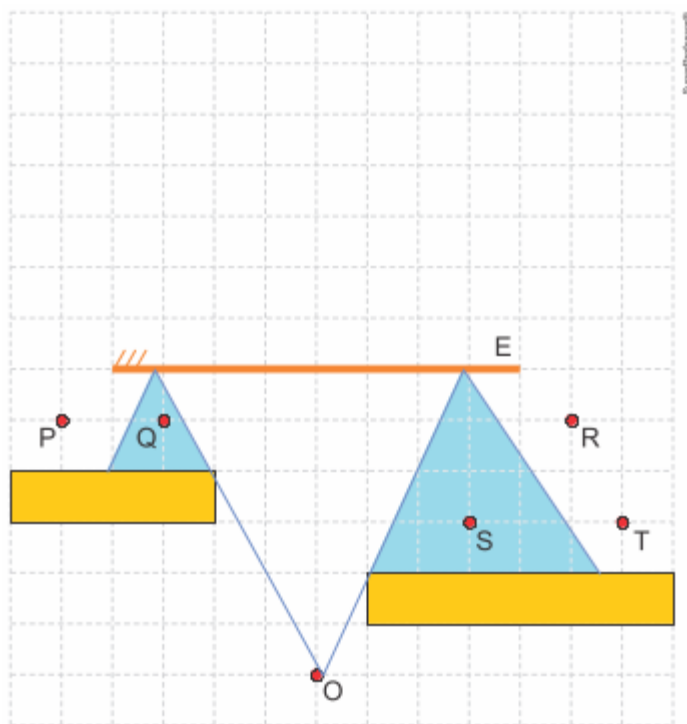
Se h a distância da lâmpada à mesa, por semelhança de triângulos, obtemos:

$$\begin{aligned}\frac{h - 15}{h} &= \frac{20}{22} \\ 22h - 330 &= 20h \\ 2h &= 330 \\ \therefore h &= 165\text{cm}\end{aligned}$$

Resposta da questão 5:

[C]

O campo de visão do observador no ponto O está hachurado na figura abaixo, sendo que os únicos pontos possíveis de serem vistos, nesta condição, são os pontos Q e S.



Resposta da questão 6:

[B]

A figura identifica dois picos de maior eficiência da absorção de luz pela clorofila das plantas que correspondem aproximadamente a 430 nm, correspondendo à cor azul e 670 nm (cor vermelha). Esses são os comprimentos de onda de maior absorção pela clorofila. LEDs nessas cores garantem que a energia luminosa seja convertida em energia química para a fotossíntese de forma mais eficiente, não desperdiçando energia em comprimentos de onda menos úteis.

A cor verde é majoritariamente refletida pelas folhas das plantas, assim como a cor amarela, que também tem baixa absorção pela clorofila. O uso de LEDs nessas cores seria ineficiente, pois a energia seria gasta produzindo luz que não seria utilizada na fotossíntese.

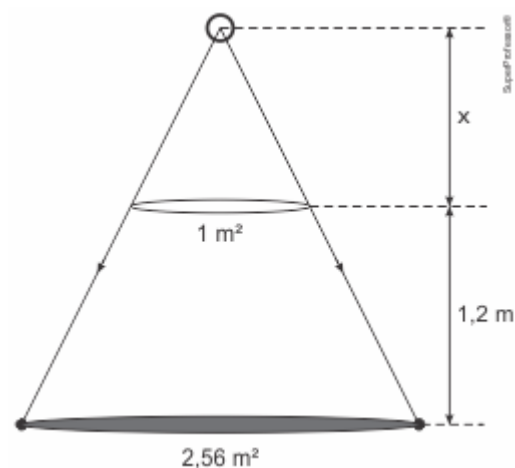
O azul é bom, mas o amarelo é pouco absorvido pela clorofila, tornando-se uma opção ineficiente em comparação com o vermelho.

Portanto, o uso de LEDs azuis e vermelhos permite otimizar o processo de fotossíntese, concentrando a energia luminosa nas faixas de comprimento de onda onde a planta mais a absorve.

Resposta da questão 7:

[C]

Da figura abaixo, obtemos:



$$\left(\frac{x}{x+1,2}\right)^2 = \frac{1}{2,56}$$

$$\sqrt{\left(\frac{x}{x+1,2}\right)^2} = \sqrt{\frac{1}{2,56}}$$

$$\frac{x}{x+1,2} = \frac{1}{1,6}$$

$$1,6x = x + 1,2$$

$$0,6x = 1,2$$

$$x = 2m$$

Portanto, a altura da cozinha, do teto ao piso, é de:

$$H = 1,2 m + 2 m = 3,2 m$$

Resposta da questão 8:

[D]

Se há 10 imagens deles, há 5 imagens de cada um. Sendo assim, o ângulo entre os espelhos é dado por:

$$N = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

$$5 = \frac{360^\circ}{\alpha} - 1$$

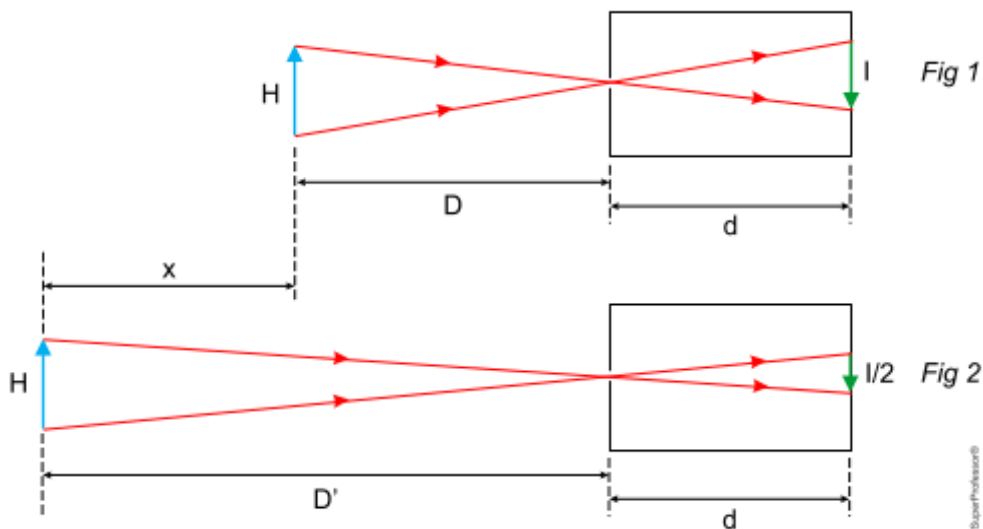
$$\alpha = \frac{360^\circ}{6}$$

$$\therefore \alpha = 60^\circ$$

Resposta da questão 9:

[A]

As figuras ilustram situação descrita.



Por semelhança de triângulos:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Fig 1: } \frac{D}{H} = \frac{d}{I} \\ \text{Fig 2: } \frac{D'}{H} = \frac{d}{I/2} \end{array} \right\} \div \frac{D}{H} \times \frac{H}{D'} = \frac{d}{I} \times \frac{I/2}{d} \Rightarrow D' = 2D$$

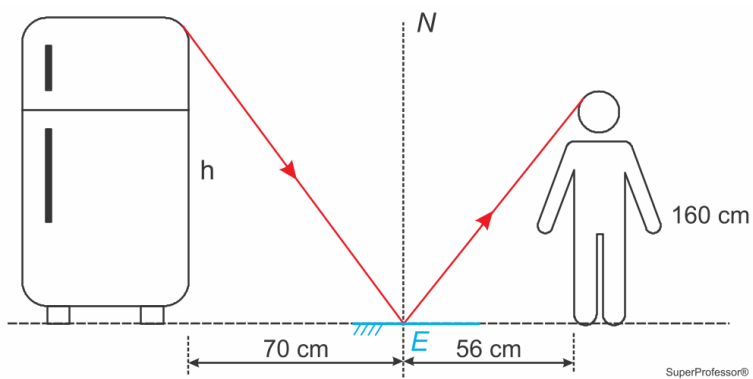
Portanto:

$$x = D' - D = 2D - D \Rightarrow x = D$$

Resposta da questão 10:

[B]

Fazendo a semelhança sugerida:



$$\frac{h}{70} = \frac{160}{56} \Rightarrow h = \frac{160}{0,8} \Rightarrow h = 200\text{cm}.$$

Fazendo a diferença pedida:

$$\Delta h = 200 - 190 \therefore \Delta h = 10\text{cm}.$$

AULA-2 Espelhos Esféricos

Nível I

Resposta da questão 1:

[C]

Para um objeto real, um espelho plano conjuga uma imagem virtual, direita e de mesmo tamanho; um espelho convexo conjuga uma imagem virtual, direita e menor. Portanto, o espelho usado pelo aluno era côncavo.

Resposta da questão 2:

[B]

[A] Falsa. O espelho côncavo tem imagens menores maiores ou iguais.

[B] Verdadeira.

[C] Falsa. A imagem de um espelho plano é sempre virtual.

[D] Falsa. O espelho convexo nos fornece imagens menores.

[E] Falsa. A imagem de um espelho plano é sempre igual e não maior

Resposta da questão 3:

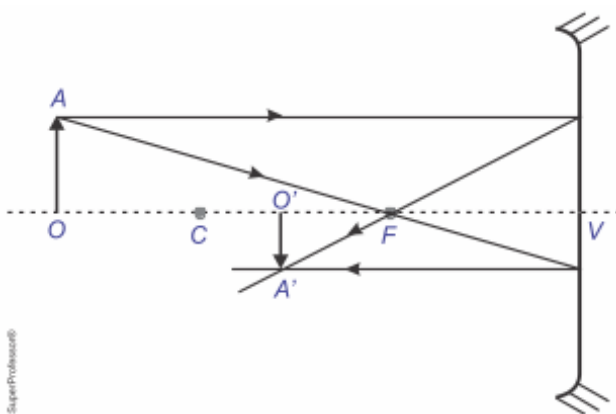
[D]

Para ver melhor a imagem de um dente, essa imagem deve ser **ampliada** e **direita**. Isso se consegue com um espelho esférico côncavo, quando o objeto está entre o foco e o vértice.

Resposta da questão 4:

[B]

Como o objeto é real e a imagem é invertida, ela também é real. A situação está ilustrada na figura, mostrando que o objeto (OA) está além do centro de curvatura (C) e que a imagem (O'A') está entre o centro de curvatura (C) e o foco (F).



Resposta da questão 5:

[A]

A imagem está corretamente determinada na alternativa letra [A], pois quando o objeto está entre o foco e o vértice de um espelho côncavo, a imagem aparece atrás do espelho, sendo virtual, direita e maior.

Resposta da questão 6:

[D]

Os raios luminosos que chegam ao espelho côncavo do telescópio são provenientes de objetos distantes, ou seja, eles vêm do “infinito”, esses raios são paralelos ao eixo principal, e quando refletem no espelho são concentrados no foco.

Resposta da questão 7:

[A]

Quando um objeto está entre o foco e o vértice do espelho, uma imagem virtual, direita e maior é formada.

Resposta da questão 8:

[C]

Os raios solares chegam paralelos ao eixo principal do espelho côncavo, e assim são refletidos e concentrados no ponto focal do espelho.

Resposta da questão 9:

[A]

O primeiro espelho aumentava o campo visual, assim seria um espelho convexo. Já o segundo, aumenta o tamanho da imagem, sendo o único a fazer isso o espelho do tipo côncavo.

Resposta da questão 10:

[A]

Quando o objeto está entre o foco e o centro de curvatura de um espelho côncavo, a imagem aparece projetada, sendo real, invertida e maior.

Resposta da questão 11:

[B]

As antenas funcionam de acordo com os espelhos côncavos parabólicos, refletindo/concentrando os sinais para o receptor que fica posicionado no ponto focal.

Resposta da questão 12:

[C]

Para espelhos plano ou esféricos, a imagem de um objeto real é virtual e direita ou é real e invertida. Essa imagem virtual é reduzida no convexo, de mesmo tamanho no plano e ampliada no côncavo.

Assim, tem-se:

Espelho A → **convexo**, pois a imagem é virtual direita e **menor**.

Espelho B → **plano**, pois a imagem é virtual direita e de **mesmo tamanho**.

Espelho C → **côncavo**, pois a imagem é virtual direita e **maior**.

Resposta da questão 13:

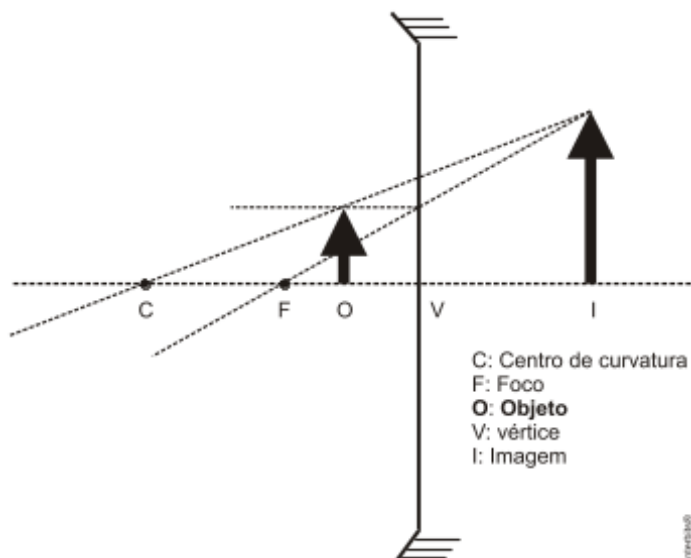
[B]

Para objetos reais, o espelho convexo sempre gera imagem virtual, direita e menor.

Resposta da questão 14:

[A]

A figura mostra o traçado dos raios, determinando a posição do objeto.



Resposta da questão 15:

[C]

Nossos olhos estão acostumados com imagens em espelhos planos, onde imagens de objetos mais distantes nos parecem cada vez menores.

Esse condicionamento é levado para o espelho convexo: o fato de a imagem ser menor que o objeto é interpretado pelo cérebro como se o objeto estivesse mais distante do que realmente está.

Essa falsa impressão é desfeita quando o motorista está, por exemplo, dando marcha a ré em uma garagem, vendo apenas a imagem dessa parede pelo espelho convexo. Ele para o carro quando percebe pela imagem do espelho convexo que está quase batendo na parede. Ao olhar para trás, por visão direta, ele percebe que não estava tão próximo assim da parede.

Resposta da questão 16:

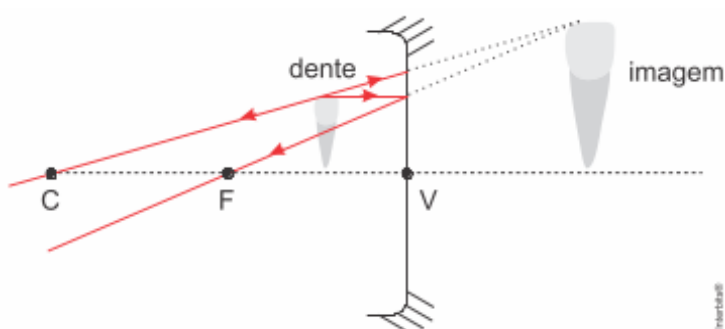
[B]

A imagem de um espelho convexo é sempre menor, direita e virtual sendo o foco principal também virtual, independentemente de onde o objeto está colocado. Alternativa [B].

Resposta da questão 17:

[A]

Como a imagem é virtual e maior, o espelho usado tem que ser côncavo, com o objeto colocado entre o foco (F) e o vértice do espelho (V), como ilustrado na figura.



Resposta da questão 18:

[A]

Como a imagem é maior e direita em relação ao objeto, ela deve ser virtual e o espelho utilizado é o côncavo.

Resposta da questão 19:

[B]

Num espelho esférico côncavo, a única posição em que ocorre superposição de objeto e imagem é o centro de curvatura. Como o foco fica no ponto médio entre o centro e o vértice, ele está no ponto identificado pelo número 2.

Podemos identificar esse ponto também através de cálculos. Sendo d a distância entre dois pontos consecutivos, temos: $p = p' = 4d$.

Aplicando a equação dos pontos conjugados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow f = \frac{pp'}{p+p'} = \frac{4d \cdot 4d}{8d} = \frac{16d^2}{8d} \Rightarrow f = 2d.$$

Resposta da questão 20:

[A]

Na alternativa [A] a opção está correta, pois o espelho é côncavo com o objeto entre o foco e o vértice, assim, a imagem é direita virtual e maior. Na opção [B] com o objeto no foco a imagem é imprópria e não como aparece (virtual, invertida e maior). Na opção [C], temos um espelho plano, logo, a imagem é direita, igual e virtual e aparece como virtual, invertida e menor. Finalmente, na opção [D], o espelho é convexo e tem sempre a imagem direita, virtual e menor, sendo que a alternativa a apresenta como invertida.

Resposta da questão 21:

[A]

Pela equação do aumento linear, temos:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow 3 = -\frac{p'}{30} \\ p' = -90cm$$

Aplicando a equação de Gauss, obtemos a distância focal:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{f} = \frac{1}{30} - \frac{1}{90} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{90} \\ f = 45cm$$

Valor do raio de curvatura:

$$R = 2f = 2 \cdot 45 \\ R = 90cm$$

Dessa forma, podemos concluir que o espelho é côncavo ($f > 0$) e de raio de curvatura maior do que 60cm.

Resposta da questão 22:

[B]

A equação de Gauss fornece a relação entre a distância focal (f), distância do objeto ao vértice (do) e a distância da imagem ao vértice (di). No caso, tem-se um espelho esférico convexo pelas características da imagem fornecidas, e, sabendo-se que por convenção, tanto o foco quanto a distância da imagem são negativos, tem-se:

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{di} + \frac{1}{do} \Rightarrow \\ \frac{1}{-0,5} &= \frac{1}{di} + \frac{1}{2} \Rightarrow \\ \frac{1}{di} &= -2 - \frac{1}{2} \Rightarrow \\ \frac{1}{di} &= -\frac{5}{4} \therefore di = -0,4m\end{aligned}$$

O sinal negativo significa que a imagem é virtual.

Resposta da questão 23:

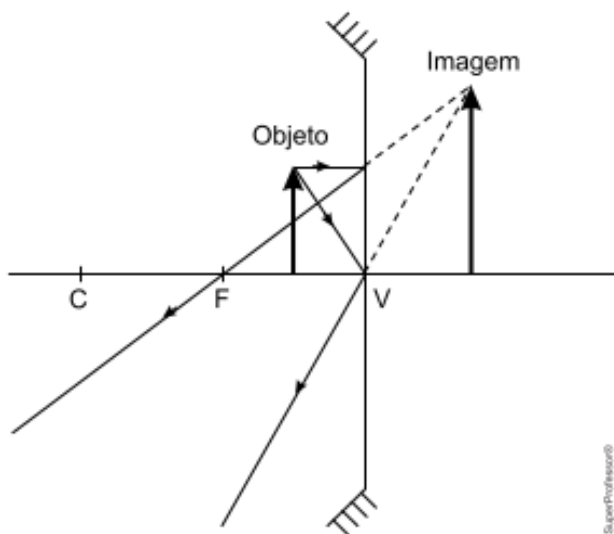
[D]

O espelho que fornece maior campo visual são os **convexos**. Para ampliar imagens, são usados espelhos **côncavos**.

Resposta da questão 24:

[A]

Dadas as características da imagem, o espelho esférico deve ser côncavo, com o objeto posicionado entre o foco e o vértice do espelho conforme ilustra a figura abaixo:



Resposta da questão 25:

[A]

As construções das imagens são realizadas nas figuras abaixo:

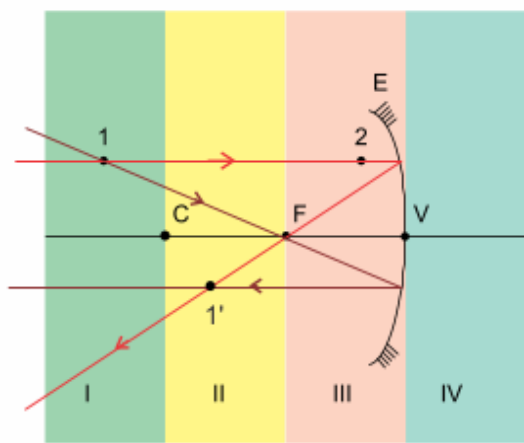


imagem do ponto 1 na região II

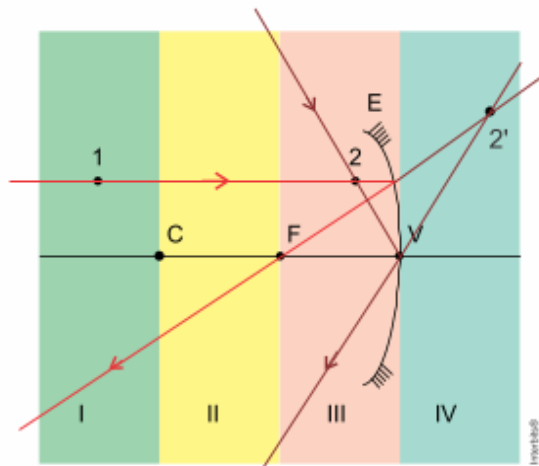


imagem do ponto 2 na região IV

Resposta da questão 26:

[B]

Resolução

Em um espelho côncavo, com distância focal de 10 cm, se o objeto está a 20 cm, ou seja, no dobro da distância focal, ele está no ponto antiprincipal objeto do espelho. Neste ponto a imagem é real, invertida e possui o mesmo tamanho do objeto.

É possível ainda analisar esta questão pela equação dos pontos conjugados de Gauss, ou seja, $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$

De onde vem que:

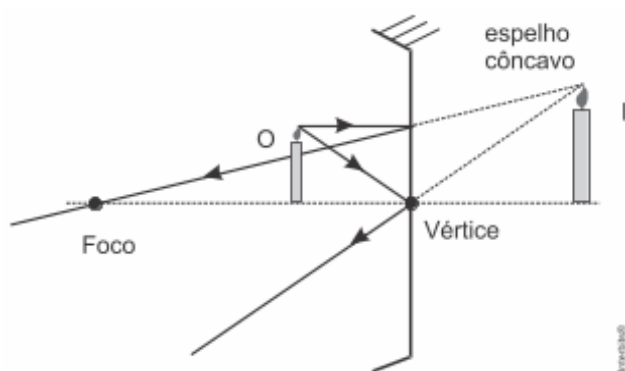
$$\frac{1}{10} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'} \rightarrow \frac{1}{10} - \frac{1}{20} = \frac{1}{p'} \rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{p'} \rightarrow p' = 20 \text{ cm}$$

Como p' é positivo isto implica que a imagem é real. A imagem real conjugada por um único espelho a partir de um objeto real só pode ser invertida.

Resposta da questão 27:

[E]

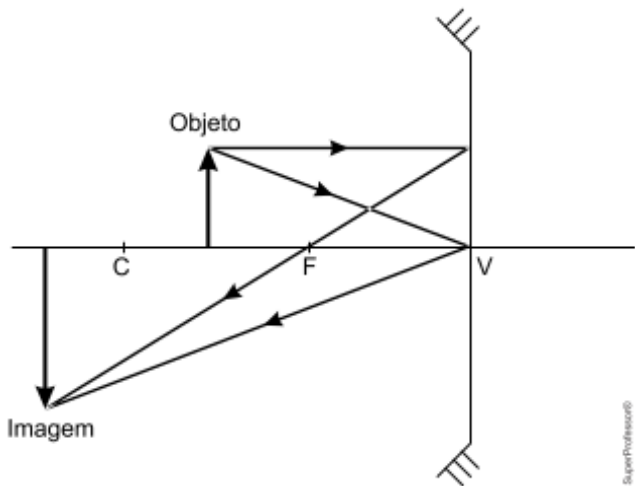
Como se trata de objeto real, para que a imagem seja direita, ela deve também ser virtual. Então o objeto deve estar posicionado entre o foco e o vértice do espelho, como mostra a figura.



Resposta da questão 28:

[C]

Para obter uma imagem real, maior e invertida de um dado objeto, deve ser utilizado um espelho esférico côncavo, e o objeto deve estar localizado entre o centro e o foco desse espelho conforme ilustra a figura abaixo:



Resposta da questão 29:

[D]

É própria definição de foco principal de um espelho esférico: vértice de um feixe que incide paralelamente ao eixo principal.

Resposta da questão 30:

[A]

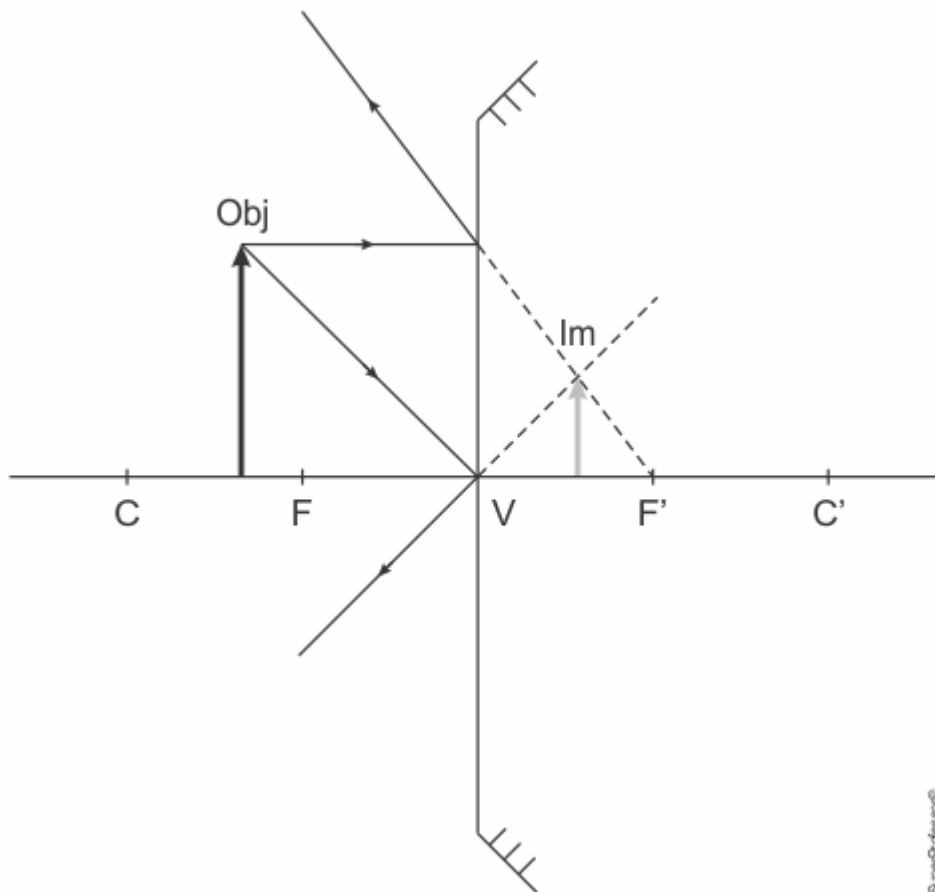
O espelho utilizado é convexo, com as imagens produzidas sendo virtuais e menores que os objetos.

Nível 2

Resposta da questão 1:

[D]

As imagens conjugadas pelos espelhos esféricos convexos são sempre virtuais, direitas e menores do que os objetos como ilustrado na figura abaixo:



SuperProfesor®

Resposta da questão 2:

[E]

Para a situação mostrada na figura:

$$p_1 = p'_1 = 40\text{cm}$$

Aplicando a equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_1} + \frac{1}{p'_1} = \frac{1}{40} + \frac{1}{40} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{40} \Rightarrow f = 20\text{cm}$$

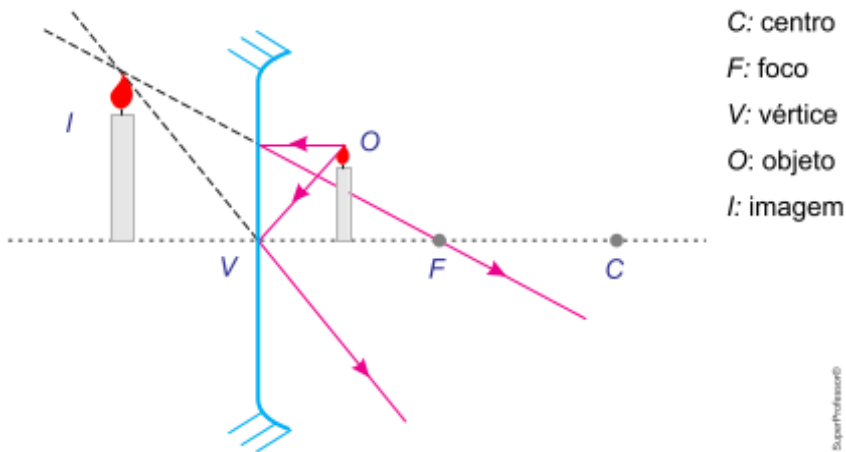
Para a situação proposta:

$$p_2 = 10\text{cm}; f = 20\text{cm}$$

Aplicando novamente a equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p_2} + \frac{1}{p'_2} \Rightarrow \frac{1}{p'_2} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p_2} \Rightarrow p'_2 = \frac{p_2 f}{p_2 - f} = \frac{10 \cdot 20}{10 - 20} \Rightarrow p'_2 = -20\text{cm} (p'_2 < 0 \Rightarrow \text{Imagem virtual})$$

A figura ilustra a situação proposta.



Resposta da questão 3:

[C]

Iluminados por luz monocromática verde, o cilindro branco é visto na cor verde e o cilindro preto continua sendo visto na cor preta.

Quanto à imagem:

- Pode ser virtual, direita e maior se os cilindros estiverem entre o foco e o vértice;
- Pode ser real, invertida e maior se os cilindros estiverem entre o foco e o centro;
- Pode ser real, invertida e igual se os cilindros estiverem sobre o centro de curvatura;
- Pode ser real, invertida e menor se os cilindros estiverem antes do centro de curvatura;

Resposta da questão 4:

[B]

Como a imagem inicial é imprópria, concluímos que o objeto estava sobre o foco do espelho. Logo, $f = 20$ cm. Para a nova posição a 60 cm do espelho, o valor do aumento linear transversal observado é de:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{60} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 30\text{cm}$$

$$A = -\frac{p'}{p} = -\frac{30}{60} \therefore A = -\frac{1}{2}$$

Resposta da questão 5:

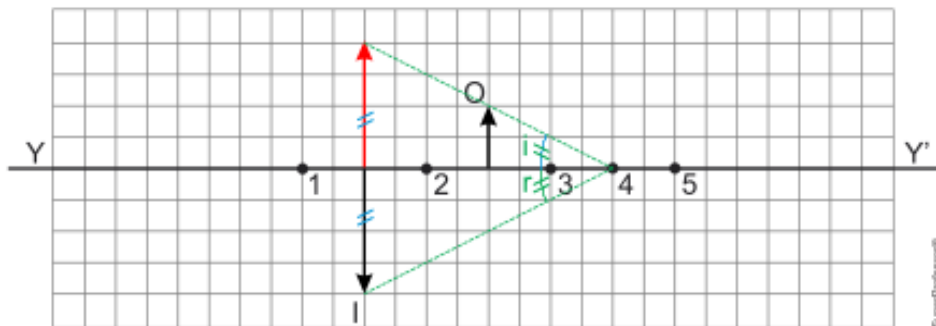
[C]

Ao meio-dia, os raios solares incidem perpendicularmente à superfície do lago, e, sendo esta uma superfície refletora esférica - considerando que os raios são paralelos ao seu eixo principal -, forma a imagem sobre o seu foco, que dista $R/2$ do centro da Terra.

Resposta da questão 6:

[D]

Todo raio que incide no vértice reflete simetricamente, pois o ângulo de reflexão é igual ao de incidência.



Portanto, o vértice do espelho está localizado no ponto 4.

Resposta da questão 7:

[D]

Distância da imagem ao espelho:

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

$$\frac{1}{40} = \frac{1}{20} + \frac{1}{p'}$$

$$-\frac{1}{40} = \frac{1}{p'}$$

$$p' = -40\text{cm}$$

Aumento linear:

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

$$A = -\frac{-40}{20}$$

$$A = 2$$

Portanto, como $p' = -40 < 0$ e $A = 2 > 1$, a imagem obtida estará a uma distância de 40 cm do espelho, sendo virtual, direita e maior que o objeto.

Resposta da questão 8:

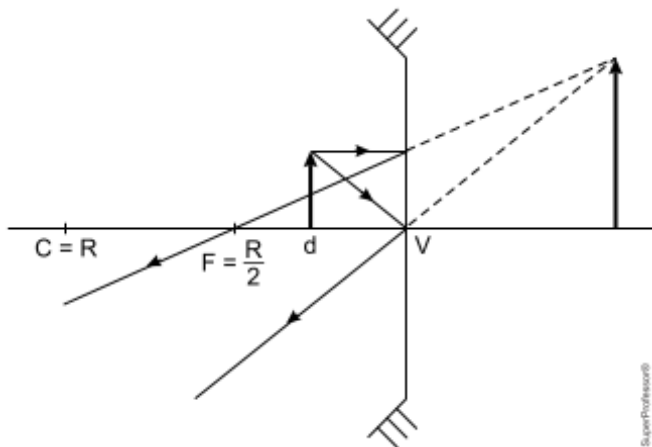
[B]

Como a imagem é sempre virtual, direita e menor que o objeto, pode-se concluir que o espelho utilizado é obrigatoriamente convexo.

Resposta da questão 9:

[B]

Para que a imagem seja direita e maior que o objeto, este deve estar localizado entre o vértice e o foco do espelho côncavo.



Ou seja, $d < \frac{R}{2}$

Resposta da questão 10:

[B]

$$\begin{cases} \text{O espelho é côncavo } (f > 0): f = \frac{R}{2} = \frac{20}{2} \Rightarrow f = 10\text{cm} \\ \text{A imagem é virtual } (p' < 0): p' = -5\text{cm} \\ \text{Imagem virtual de objeto real é direita } (y' > 0): y' = 3\text{cm} \end{cases}$$

Da equação dos pontos conjugados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p = \frac{p'f}{p' - f} = \frac{-5(10)}{-5 - 10} = \frac{50}{15} \Rightarrow p = \frac{10}{3}\text{cm}$$

Da equação do aumento linear transversal:

$$\frac{y'}{y} = \frac{-p'}{p} \Rightarrow \frac{3}{y} = \frac{-(-5)}{\frac{10}{3}} \Rightarrow 5y = 3\left(\frac{10}{3}\right) \Rightarrow y = 2$$

Resposta da questão 1:

[D]

O fenômeno da reflexão interna total explica o funcionamento do laparoscópio, pois permite que a luz viaje através das fibras ópticas, sendo refletida internamente nas paredes da fibra e não escapando, o que é essencial para a transmissão da imagem.

A reflexão interna total ocorre quando a luz incide na interface entre dois meios com ângulos maiores que o ângulo crítico, fazendo com que a luz seja refletida de volta para o meio de origem em vez de ser refratada. No caso das fibras ópticas, a luz é guiada ao longo da fibra devido a uma série de reflexões internas totais nas paredes da fibra, permitindo que ela viaje por longas distâncias sem perder intensidade.

Resposta da questão 2:

[C]

Para que haja reflexão total, o índice de refração do meio 2 deve ser menor que o do meio 1. Assim, a única alternativa que o índice é menor é letra C.

Resposta da questão 3:

[E]

O material possui índice de refração igual a:

$$n = \frac{c}{v} = \frac{3 \cdot 10^8}{5 \cdot 10^6}$$
$$\therefore n = 60$$

Resposta da questão 4:

[C]

[A] Falsa. O princípio da reversibilidade dos raios luminosos continua sendo válido mesmo na refração.

[B] Falsa. Os ângulos de incidência e refração estão relacionados entre si pela lei de Snell mostrada abaixo, e dependem dos índices de refração dos meios, não sendo necessariamente suplementares.

$$n_1 \text{sen} \hat{i} = n_2 \text{sen} \hat{r}$$

[C] Verdadeira. Da definição de índice de refração, temos:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow v = \frac{c}{n}$$

Ou seja, no meio mais refringente (maior n), o feixe se propaga com menor velocidade.

[D] Falsa. O meio com maior índice de refração absoluto é o mais refringente.

[E] Falsa. De acordo com a equação mostrada na resolução da alternativa [B], os senos dos ângulos de incidência e refração não são necessariamente iguais.

Resposta da questão 5:

[E]

Pela lei de Snell, obtemos:

$$\begin{aligned}n_{ar} \cdot \text{sen} \delta &= n_{\text{vidro}} \cdot \text{sen} \theta \\1 \cdot 0,8 &= \frac{3 \cdot 10^8}{v_{\text{vidro}}} \cdot 0,6 \\ \therefore v_{\text{vidro}} &= 2,25 \cdot 10^8 \text{ m/s}\end{aligned}$$

Resposta da questão 6:

[C]

Para ocorrer reflexão total, o ângulo de incidência deve ser maior que o ângulo limite (L).

Assim:

$$\begin{aligned}42^\circ > L &\Rightarrow \text{sen} 42^\circ > \text{sen} L \Rightarrow \text{sen} 42^\circ > \frac{n_{ar}}{n_p} \Rightarrow \\0,67 > \frac{1}{n_p} &\Rightarrow n_p > \frac{1}{0,67} \Rightarrow n_p > 1,49\end{aligned}$$

Resposta da questão 7:

[E]

As fibras ópticas têm o seu funcionamento baseado na reflexão total dos raios de luz que se propagam no seu interior.

Resposta da questão 8:

[C]

Aplicando a Lei de Snell:

$$\begin{aligned}n_{Ar} \cdot \text{sen} 30^\circ &= n_d \cdot \text{sen} \theta \\1 \cdot 0,5 &= n_d \cdot 0,37 \\n_d &\approx 1,35\end{aligned}$$

Sendo assim, trata-se do álcool etílico.

Resposta da questão 9:

[B]

Supondo que os olhos do pescador estejam próximos à normal que passa pelo peixe, pode-se aplicar a expressão simplificada do dióptro plano.

Assim:

$$\frac{d_i}{d_o} = \frac{n_{ar}}{n_{\acute{a}g}} \Rightarrow \frac{50}{d_o} = \frac{1}{1,3} \Rightarrow d_o = 50(1,3) \Rightarrow d_o = 65 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 10:

[D]

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

Resposta da questão 11:

[D]

Como o raio de luz afasta da normal do meio 2 para o meio 1, o índice de refração do meio 1 é menor que o do meio 2. Consequentemente, como $n = \frac{c}{v}$, a velocidade da luz no meio 1 é maior que no meio 2. Também sabemos que nem todo raio que parte do objeto em direção à superfície sofre reflexão total, pois, para que isso ocorra, devemos ter $\text{sen}L = \frac{n_1}{n_2}$, sendo L o ângulo de incidência na interface. E, pela lei de Snell, os desvios sofridos pelos raios luminosos dependem do ângulo de incidência. Sendo h' a altura aparente do objeto medida a partir da interface entre os meios, temos que:

$$\frac{h'}{h} = \frac{n_1}{n_2}$$

Como $\frac{n_1}{n_2} < 1$, temos que $h' < h$. Ou seja, o observador vê uma imagem virtual do objeto, formada no meio 2 e mais próxima à superfície dióptrica.

Resposta da questão 12:

[B]

A decomposição da luz branca ao atravessar meios diferentes ocorre porque cada componente da luz possui diferentes **índices de refração**, fenômeno que explica a formação do arco-íris.

Resposta da questão 13:

[A]

A questão trata da relação entre objetos e suas imagens quando separados por um meio transparente e homogêneo. Esse fenômeno da refração é chamado Dióptro Plano.

A proporção que relaciona as profundidades e os índices de refração dos meios transparente é dada por:

$$\frac{n_{obs}}{n_{obj}} = \frac{p'}{p}, \text{ onde:}$$

n_{obs} = índice de refração do meio do observador (ar);

n_{obj} = índice de refração do meio do objeto (líquido transparente);

p' = distância da imagem à superfície;

p = distância do objeto à superfície.

Assim, substituindo-se os dados informados no enunciado, obtém-se para o índice de refração do objeto:

$$\frac{n_{obs}}{n_{obj}} = \frac{p'}{p} \Rightarrow n_{obj} = n_{obs} \left(\frac{p}{p'} \right) \Rightarrow n_{obj} = 1 \cdot \left(\frac{100cm}{55cm} \right) \therefore n_{obj} = 1,82$$

Resposta da questão 14:

[C]

O índice de refração (n) relaciona a velocidade da luz no vácuo com a sua velocidade em um dado meio e representa quantas vezes a luz no vácuo é mais rápida que neste meio. Assim a dispersão da luz branca em cores ocorre porque há diferenças de índice de refração para cada cor, e quanto maior esse índice, maior o desvio da luz no meio.

$n = \frac{c}{v}$, onde:

n = índice de refração;

c = velocidade da luz no vácuo;

v = velocidade da luz no meio.

A sequência abaixo mostra a ordem decrescente dos índices de refração para as cores:

$$n_{\text{violeta}} > n_{\text{azul}} > n_{\text{anil}} > n_{\text{verde}} > n_{\text{amarelo}} > n_{\text{laranja}} > n_{\text{vermelho}}$$

Resposta da questão 15:

[A]

Como o ângulo do feixe de luz refratado se aproxima da normal em relação ao raio de luz incidente na interface entre os dois meios, o meio 2 é mais refringente que o meio 1 e assim, a reflexão total poderá ocorrer se o raio de luz for proveniente do meio mais refringente, ou seja, do meio 2.

Resposta da questão 16:

[C]

O índice de refração (n) de um meio é a razão entre a velocidade da luz no vácuo (c) e a velocidade da luz neste meio (v).

$$n = \frac{c}{v}$$

Portanto, a velocidade da luz nas águas do Rio Negro é obtida usando-se a expressão acima explicitando-se v .

$$v = \frac{c}{n} = \frac{3,0 \times 10^8 \text{ m/s}}{1,7} \therefore v \approx 1,8 \times 10^8 \text{ m/s}$$

Resposta da questão 17:

[A]

Análise das afirmativas:

[A] **Verdadeira.** O meio mais refringente é aquele que possui maior índice de refração.

[B] **Falsa.** Quanto maior o índice de refração, menor é a velocidade da luz no meio.

[C] **Falsa.** Se o índice de refração absoluto do Rio Negro é maior que o do Rio Solimões sua razão é maior que 1.

[D] **Falsa.** A velocidade da luz que deixa o Rio Negro aumenta ao passar para o ar.

[E] **Falsa.** Todo raio de luz que cruza dois meios de índices de refração diferentes sofre refração.

Resposta da questão 18:

[C]

Resolução

A formação do arco-íris ocorre em função da separação dos componentes coloridos da luz branca, pois estes apresentam diferentes índices de refração para um dado meio. Este fenômeno é chamado de dispersão.

Resposta da questão 19:

[B]

Aplicando a Lei de Snell, obtemos:

$$n_{ar} \cdot \text{sen} \theta = n_{glicerina} \cdot \text{sen} \alpha$$

$$1 \cdot \text{sen} \theta = 1,4 \cdot \text{sen} \alpha$$

$$\text{sen} \alpha = \frac{\text{sen} \theta}{1,4}$$

$$\text{sen} \alpha < \text{sen} \theta$$

Como $0^\circ < \theta < 90^\circ$, então $0^\circ < \alpha < \theta$. Sendo assim, a única situação possível está ilustrada na alternativa [B].

Resposta da questão 20:

[D]

Aplicando a equação de Snell, obtemos:

$$n_1 \text{sen} \theta_1 = n_2 \text{sen} \theta_2 \rightarrow \frac{n_1}{n_2} = \frac{\text{sen} \theta_2}{\text{sen} \theta_1}$$

Como $\theta_1 > \theta_2$ e $0^\circ < \theta_1, \theta_2 < 90^\circ$, $\text{sen} \theta_1 > \text{sen} \theta_2$. Sendo assim:

$$\frac{n_1}{n_2} < 1 \rightarrow n_1 < n_2$$

Logo:

[I] Verdadeira. Relação entre as velocidades nos meios:

$$n = \frac{c}{v} \rightarrow n_1 v_1 = n_2 v_2 \rightarrow v_2 = \frac{n_1}{n_2} v_1$$

Como $\frac{n_1}{n_2} < 1$, $v_2 < v_1$.

[II] Verdadeira. Como mostrado anteriormente $n_2 > n_1$.

[III] Falsa. A frequência permanece inalterada na refração.

Resposta da questão 21:

[A]

O fenômeno observado nesta experiência é a reflexão interna total, pois a água tem um índice de refração maior que o ar, oportunizando a luz manter-se no jato de água por reflexão interna total, fenômeno também observado na fibra óptica.

Resposta da questão 22:

[C]

Apesar da pequena diferença, o índice de refração do ar é um pouco maior que o do vácuo, provocando ainda um leve desvio na trajetória da luz. Isso faz o sol aparecer em uma posição aparente.

Resposta da questão 23:

[E]

A mudança de um meio para um outro é caracterizada como refração.

Resposta da questão 24:

[C]

A luz branca proveniente do sol sofre o fenômeno de dispersão/refração ao atravessar a atmosfera terrestre, e acaba sendo decomposta em todas as cores do espectro visível. A luz que predominantemente atinge a superfície da lua é o vermelho, dando o tom avermelhado da lua de sangue.

Resposta da questão 25:

[E]

A luz no interior da fibra óptica fica aprisionada devido ao fenômeno conhecido como reflexão interna total. Isso só é possível porque o índice de refração da fibra é maior que o do ar.

Resposta da questão 26:

[B]

A luz branca ao entrar na atmosfera terrestre tem suas componentes de menor comprimento de onda (AZUL e VIOLETA) mais dispersadas/espalhadas, isso foi determinado por Lord Rayleigh. A luz azul espalhada dá a cor do céu.

Resposta da questão 27:

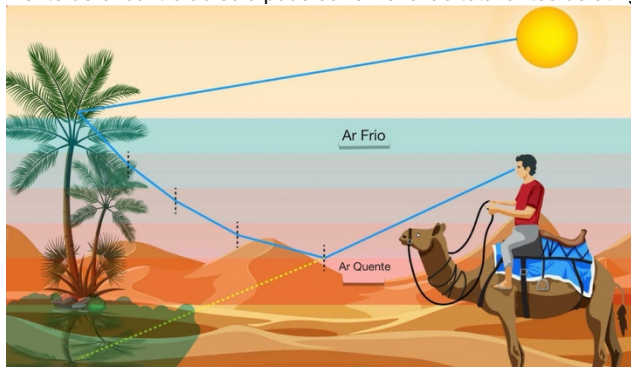
[A]

O fenômeno óptico capaz de explicar o funcionamento da fibra óptica é a reflexão interna total, onde a luz permanece “presa” no interior da fibra.

Resposta da questão 28:

[A]

A temperatura junto ao solo pode determinar a ocorrência do curioso fenômeno da miragem. Quando a temperatura do solo se torna muito elevada, o ar aquecido junto ao solo fica menos denso e, conseqüentemente, menos refringente que o ar que se encontra um pouco mais acima. Por causa disso, um raio de luz que desce obliquamente de encontro ao solo pode sofrer reflexão total antes de atingi-lo, como se vê no modelo a seguir.



Resposta da questão 29:

[A]

Aplicando a relação do índice de refração:

$$n = \frac{c}{v}$$

$$2,73 = \frac{3 \cdot 10^8}{v}$$

$$v = \frac{3 \cdot 10^8}{2,73} \rightarrow v \cong 1,09 \cdot 10^8 \cong 1,1 \cdot 10^8$$

Resposta da questão 30:

[D]

As luzes de maiores frequências e menores comprimentos de onda desviam mais, assim se aproximando da reta normal (Azul e Violeta). As luzes de menores frequências e maiores comprimentos de onda desviam menos ficando mais afastadas da reta normal (Vermelho). Assim uma possível ordem seria violeta, verde e vermelho.

Nível 2

Resposta da questão 1:

[A]

Aplicando a Lei de Snell para o raio II, obtemos o índice de refração do líquido:

$$n_{\text{liq}} \text{sen} \alpha = n_{\text{ar}} \text{sen} 90^\circ$$

$$n_{\text{liq}} \cdot \frac{\sqrt{3}}{3} = 1 \cdot 1$$

$$n_{\text{liq}} = \sqrt{3}$$

Para o raio I, obtemos o ângulo θ :

$$n_{\text{ar}} \text{sen} \theta = n_{\text{liq}} \text{sen} \beta$$

$$1 \cdot \text{sen} \theta = \sqrt{3} \cdot \frac{\sqrt{6}}{6}$$

$$\text{sen} \theta = \frac{\sqrt{2}}{2}$$

$$\therefore \theta = 45^\circ$$

Resposta da questão 2:

[D]

[I] Falsa. Os diferentes componentes de comprimento de onda possuem diferentes índices de refração, o que faz com que sofram espalhamentos com ângulos distintos.

[II] Verdadeira. Para que o arco-íris seja formado, as gotículas de água devem refratar e refletir os raios de luz.

[III] Verdadeira. Os diferentes comprimentos de onda refletem diferentes cores, e a dispersão provocada pela água faz com que ocorra o efeito do arco-íris.

Resposta da questão 3:

[B]

Pela lei de Snell, temos que:

$$n_1 \text{sen} \alpha_1 = n_2 \text{sen} \alpha_2 = n_3 \text{sen} \alpha_3$$

Como $\alpha_2 > \alpha_1 > \alpha_3$ e $0^\circ < \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3 < 90^\circ$, devemos ter:

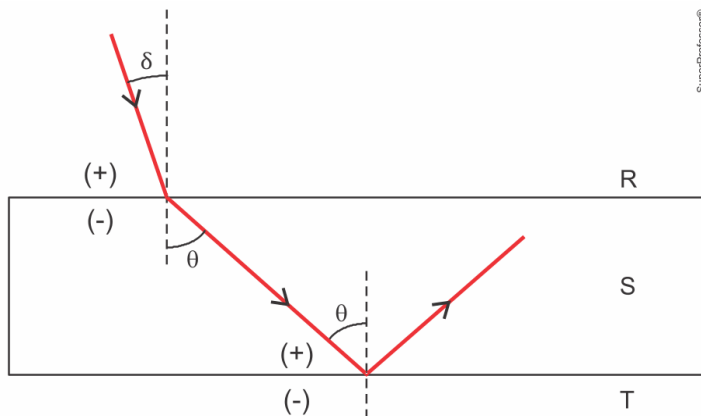
$$\text{sen} \alpha_2 > \text{sen} \alpha_1 > \text{sen} \alpha_3$$

Logo:

$$n_3 > n_1 > n_2$$

Resposta da questão 4:

[D]



Como mostrado na figura, o ângulo θ é o ângulo de refração na interface RS.

Aplicando a lei de Snell:

$$n_R \text{sen} \delta = n_S \text{sen} \theta \Rightarrow 2,5 - 0,6 = n_S \text{sen} \theta \Rightarrow n_S \text{sen} \theta = 1,5$$

Para ocorrer reflexão total na interface ST, o meio T deve ser menos refringente que o meio S. O máximo ângulo de refração é 90° .

Aplicando novamente a lei de Snell:

$$n_S \text{sen} \theta > n_T \text{sen} 90^\circ \Rightarrow 1,5 > n_T(1) \Rightarrow n_T < 1,5 \therefore n_{T\text{máx}} = 1,5.$$

Resposta da questão 5:

[A]

Aplicando a Lei de Snell às duas interfaces:

$$\begin{cases} n_1 \text{sen} \theta = n_2 \text{sen} r \\ n_2 \text{sen} r = n_3 \text{sen} \delta \end{cases} \Rightarrow n_1 \text{sen} \theta = n_3 \text{sen} \delta \Rightarrow \text{sen}_3 = n_1 \Rightarrow \text{sen} \theta = \text{sen} \delta \therefore \delta = \theta.$$

Resposta da questão 6:

[A]

Da Lei de Snell:

$$\begin{aligned} n_1 \text{sen} \theta_1 &= n_2 \text{sen} \theta_2 \Rightarrow n_1 \text{sen} 90^\circ = n_2 \text{sen} \theta_c \Rightarrow \\ n_1(1) &= 1,8(0,8) \Rightarrow n_1 = 1,44 \end{aligned}$$

Seendo n_3 o índice de refração do novo líquido e θ'_c o novo ângulo crítico, aplicando novamente a Lei de Snell:

$$n_3 \text{sen}90^\circ = n_2 \text{sen}\theta'_c \Rightarrow \text{sen}\theta'_c = \frac{n_3}{1,8}$$

Como na Lei de Snell somente estão envolvidos ângulos do primeiro quadrante, para um líquido de maior índice de refração, o ângulo crítico será maior que 56° .

Em linguagem matemática:

$$0^\circ \leq \theta \leq 90^\circ \Rightarrow n_3 > n_1 \Rightarrow \text{sen}\theta'_c > \text{sen}\theta_c \Rightarrow \theta'_c > \theta_c \Rightarrow \theta'_c > 56^\circ$$

Resposta da questão 7:

[B]

[I] Falsa. Seno do ângulo do raio refratado com a normal:

$$\begin{aligned} n_{ar} \text{sen}60^\circ &= n_{vidro} \text{sen}\hat{\theta} \\ 1 \cdot \frac{\sqrt{3}}{2} &= 1,5 \cdot \text{sen}\hat{\theta} \\ \text{sen}\hat{\theta} &= \frac{\sqrt{3}}{3} \end{aligned}$$

Como $\text{sen}\hat{\theta} < \text{sen}60^\circ$, o raio refratado faz um ângulo menor que 60° em relação à normal.

[II] Falsa. Para que ocorra reflexão total, o raio deve se propagar do meio mais refringente para o meio menos refringente.

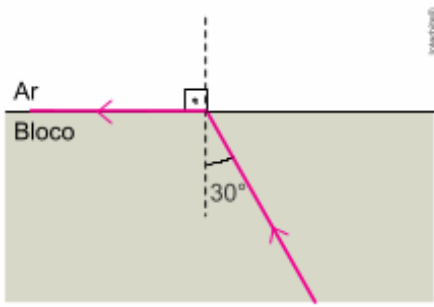
[III] Verdadeira. Velocidade da luz no vidro:

$$\begin{aligned} n &= \frac{c}{v} \Rightarrow c = nv \\ n_{vidro} v_{vidro} &= n_{ar} v_{ar} \\ v_{vidro} &= \frac{n_{ar}}{n_{vidro}} v_{ar} = \frac{1}{1,5} v_{ar} \\ \therefore v_{vidro} &= \frac{2}{3} v_{ar} \end{aligned}$$

Resposta da questão 8:

[A]

A figura mostra a outra situação proposta no enunciado.



Usando o princípio da reversibilidade e aplicando a lei de Snell aos dois casos:

$$\left\{ \begin{array}{l} n_{ar} \text{sen} 60^\circ = n_b \text{sen} r \\ n_{ar} \text{sen} 90^\circ = n_b \text{sen} 30^\circ \end{array} \right\} \div \frac{n_{ar} \text{sen} 60^\circ}{n_{ar} \text{sen} 90^\circ} = \frac{n_b \text{sen} r}{n_b \text{sen} 30^\circ} \Rightarrow \text{sen} r = \frac{\text{sen} 60^\circ \cdot \text{sen} 30^\circ}{\text{sen} 90^\circ} \Rightarrow \text{sen} r = \frac{\sqrt{3}}{2} \times \frac{1}{2} \Rightarrow \text{sen} r = \frac{\sqrt{3}}{4}$$

Da tabela dada:

$$r = 25,6^\circ$$

Resposta da questão 9:

[C]

O sentido de propagação do feixe luminoso é do meio mais para o menos refringente. Então dois fenômenos podem acontecer:

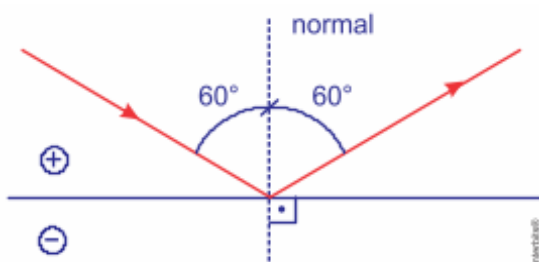
- Refração [se o ângulo de incidência (i) for **menor** que o ângulo limite (L)] ou
- Reflexão Total [se o ângulo de incidência (i) for **maior** que o ângulo limite (L)].

Calculando, então, o ângulo limite (L):

$$\text{sen} L = \frac{n_{\text{menor}}}{n_{\text{maior}}} = \frac{\sqrt{2}}{2} \Rightarrow L = 45^\circ$$

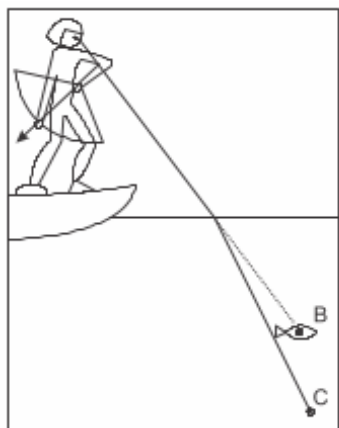
Como $60^\circ > 45^\circ \Rightarrow i > L \Rightarrow$ ocorre reflexão total, com o ângulo de reflexão igual ao de incidência: $i = r = 60^\circ$.

A figura ilustra a situação.



Resposta da questão 10:

[A]



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

AULA-4 Lentes Esféricas

Nível I

Resposta da questão 1:

[B]

As correções para os defeitos de visão enunciados são:

Miopia:

Correção: Lentes **divergentes** (ou negativas) são utilizadas para "abrir" os raios de luz, fazendo com que eles sejam focados exatamente na retina.

Hipermetropia:

Correção: Lentes **convergentes** (ou positivas) são usadas para aumentar a capacidade de convergência da luz, trazendo o ponto focal de volta para a retina.

Astigmatismo:

Correção: Lentes **cilíndricas** são utilizadas para compensar essa irregularidade na curvatura do olho, corrigindo os diferentes raios de curvatura da superfície ocular.

Resposta da questão 2:

[A]

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Biologia]

Para resolver esta questão, é preciso entender o funcionamento da pupila em diferentes condições de luminosidade.

A pupila funciona como o "diafragma" do olho, controlando a quantidade de luz que entra. Em ambientes escuros ou à noite, ela se dilata (aumenta de tamanho) para permitir a entrada de mais luz, melhorando nossa visão. Já em locais bem iluminados, ela se contrai (diminui) para proteger a retina do excesso de luminosidade.

Quando o flash da câmera dispara em ambiente escuro, a pupila está dilatada. Isso permite que mais luz do flash entre no olho e alcance a retina (camada do fundo do olho rica em vasos sanguíneos). Essa luz reflete os vasos sanguíneos avermelhados, criando o famoso "efeito olhos vermelhos" nas fotos.

Analisando as alternativas

[A] Correta. Com a pupila dilatada, há uma abertura maior para a entrada de luz, fazendo com que mais luz chegue à retina. É exatamente por isso que o efeito vermelho aparece: a luz do flash atravessa facilmente a pupila dilatada, reflete na retina vascularizada e retorna à câmera.

Estão incorretas:

[B], [C] e [D]: mencionam pupila "retraída" (contraída), o que ocorre em ambientes claros, não escuros.

[C], [D] e [E]: complicam desnecessariamente citando bastonetes, cones e cores específicas, quando a questão trata apenas da quantidade de luz que entra

A resposta é [A].

[Resposta do ponto de vista da disciplina de Física]

Como há uma menor luminosidade na parte da noite, a pupila se dilata para permitir um aumento da incidência de luz na retina. A reflexão dessa luz na região de vasos sanguíneos faz com que a câmera registre a cor vermelha.

Resposta da questão 3:

[B]

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

Resposta da questão 4:

[D]

Análise das alternativas:

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

$$|f| = D \Rightarrow |V| = \frac{1}{D} \Rightarrow |V| = \frac{1}{0,75m} \therefore |V| = 1,33 \xrightarrow{\text{divergente}} V = -133 \text{dioptrias}$$

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

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

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

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

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

Resposta da questão 5:

[A]

Numa lente divergente, qualquer que seja a posição do objeto em relação à lente, produzirá imagens com as mesmas características, ou seja, a imagem será **virtual, direita e menor**.

Resposta da questão 6:

[B]

Uma **lente** de borda fina, no ar, é **convergente**, desde que as faces formem uma calota.

Resposta da questão 7:

[B]

A vergência (V), em dioptria, e a distância focal (f), em metro, são grandezas inversas.

$$f = \frac{1}{V} = \frac{1}{2,5} \Rightarrow f = 0,4m.$$

Resposta da questão 8:

[C]

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

Resposta da questão 9:

[E]

Na lente divergente a distância focal é negativa ($f < 0$).

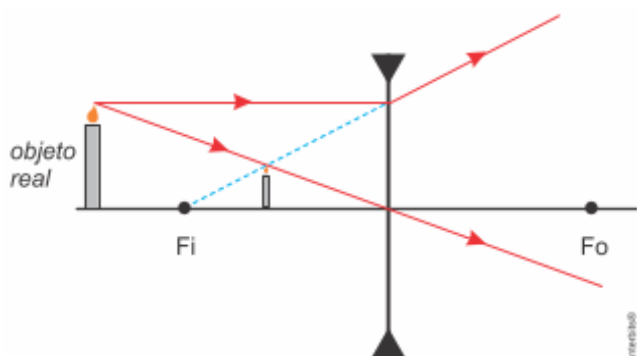
Analisando a equação dos pontos conjugados para posição da imagem de um objeto real ($p > 0$).

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

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

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

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

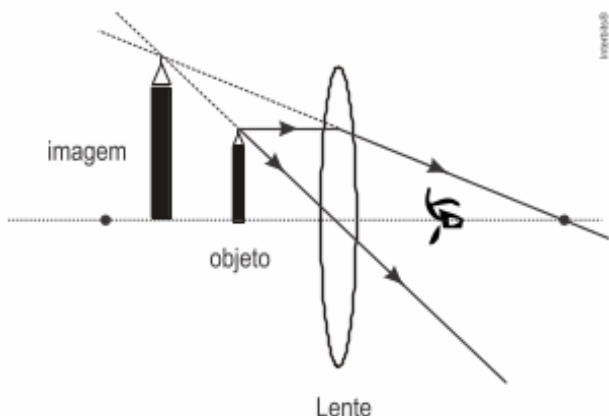


Resposta da questão 10:

[A]

Uma lente esférica delgada de bordas finas, imersa no ar, tem comportamento óptico **convergente** e funciona como lupa (lente de aumento) quando o objeto está colocado entre o foco principal objeto e o centro óptico da lente. Nesse caso, a imagem é **virtual** direita e **maior** que o objeto.

A figura ilustra a situação:



Resposta da questão 11:

[B]

Como a imagem se forma antes da retina, o olho é **miope**. Como se percebe na figura, a convergência do sistema visual está muito acentuada, então a correção é feita com lente **divergente**.

Resposta da questão 12:

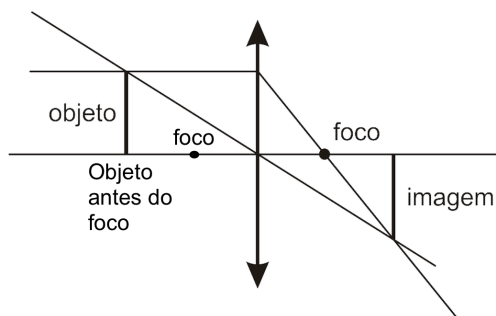
[C]

A lupa é uma lente convergente que fornece de um objeto real, entre a lente e o foco, uma imagem virtual, maior e direita.

Resposta da questão 13:

[C]

Note que a imagem está invertida, portanto é uma imagem real. Toda imagem real é formada com o objeto posicionado sempre atrás/antes do foco.



Resposta da questão 14:

[A]

A vergência da lente é:

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

$$V = \frac{1}{0,25} - \frac{1}{0,50}$$

$$\therefore V = 2,0 \text{ di}$$

Resposta da questão 15:

[B]

As lentes corretivas para a hipermetropia são convergentes. Para determinar-se a distância focal utiliza-se a equação de Gauss.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H}, \text{ onde:}$$

f = distância focal;

d_N = distância mínima de visão distinta do olho normal;

d_H = distância mínima de visão distinta do olho hipermetrope.

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_N} - \frac{1}{d_H} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{25\text{cm}} - \frac{1}{75\text{cm}} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{2}{75\text{cm}} \therefore f = 37,50\text{cm}$$

Resposta da questão 16:

[A]

A função de lente no olho humano é feita pelo cristalino que funciona como uma lente convergente, fazendo com que a luz seja focada exatamente sobre a retina para olhos saudáveis.

Resposta da questão 17:

[D]

Aplicando a equação de Gauss

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{60\text{cm}} + \frac{1}{15\text{cm}} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{5}{60\text{cm}} \therefore f = 12\text{cm}$$

Resposta da questão 18:

[D]

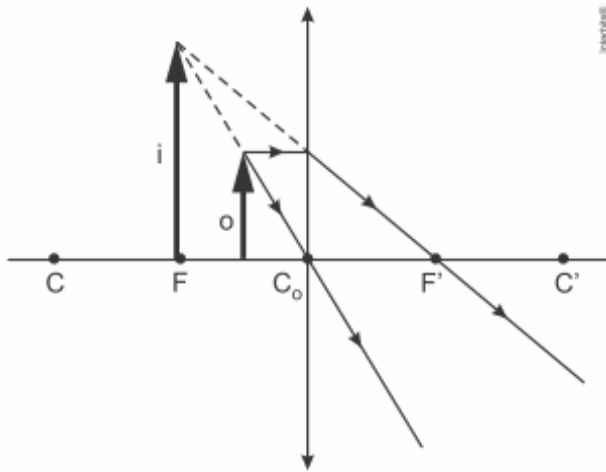
A distância focal das lentes é dada por:

$$f = \frac{1}{V} = \frac{1}{4\text{di}} = 0,25\text{m} \\ \therefore f = 25\text{cm}$$

Resposta da questão 19:

[A]

Pela figura abaixo, é possível perceber que a imagem formada é virtual, direita e maior.



Resposta da questão 20:

[B]

Como Clarice enxerga bem de perto e tem dificuldade para enxergar de longe, ela possui miopia. E a correção é feita através do uso de lentes divergentes.

Como Lúcia enxerga bem de longe e tem dificuldade para enxergar de perto, ela possui hipermetropia. E a correção é feita através do uso de lentes convergentes.

Portanto, o estudante X fez o diagnóstico correto.

Resposta da questão 21:

[A]

A vergência C em dioptrias é o inverso da distância focal em metros, tomando-se o cuidado de usar as convenções para lentes convergentes e divergentes (focos positivo e negativo respectivamente). Como o paciente se queixa de baixa visão à distância, ele é míope e necessita de lentes divergentes.

Assim, a vergência no seu caso é:

$$C = \frac{1}{f} \Rightarrow C = \frac{1}{-0,5m} \therefore C = -2di$$

Resposta da questão 22:

[B]

Para que uma lente conjugue uma imagem em uma tela (imagem real), esta só pode ser uma lente convergente.

Resposta da questão 23:

[A]

Caso I: **Hipermetropia**: o indivíduo apresenta olho pequeno ou olho curto. A imagem forma-se depois da retina, pois o sistema de visão desse indivíduo é pouco convergente, não conseguindo trazer a imagem na retina. O hipermetrope enxerga mal objetos próximos, necessitando de lentes **convergentes** para efetuar a correção.

Caso II: **Miopia**: o indivíduo apresenta olho grande ou olho alongado. A imagem forma-se antes da retina, pois o sistema de visão desse indivíduo é muito convergente. O míope enxerga mal objetos distantes, necessitando de lentes **divergentes** para efetuar a correção.

Resposta da questão 24:

[D]

Como a imagem é virtual direita e maior, a lente é convergente.

O aumento linear transversal é:

$$A = \frac{y'}{y} = \frac{10}{4} = 2,5.$$

Mas:

$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow 2,5 = \frac{f}{f - 12} \Rightarrow 2,5f - 30 = f \Rightarrow 1,5f = 30 \Rightarrow f = 20\text{cm}.$$

Resposta da questão 25:

[B]

Os raios provenientes do sol incidem na lente de forma paralela ao eixo principal da lente. E todo raio de luz que incidem paralelo ao eixo principal de uma lente convergente é desviado para o foco, portanto as provas estão no foco.

Resposta da questão 26:

[B]

As lentes convergentes são utilizadas na correção da hipermetropia, como as lentes convergentes possuem o poder de ampliar imagens de objetos próximos, os olhos do usuário dos óculos têm seus olhos ampliados, pois eles estão muito próximos das lentes.

Resposta da questão 27:

[E]

A presbiopia traz a mesma consequência da hipermetropia, dificuldade para enxergar objetos próximos. Portanto utiliza-se lentes convergentes.

Resposta da questão 28:

[C]

As duas lentes do olho humano responsáveis por focar a luz na retina são córnea e cristalino, na câmera fotográfica as lentes funcionam do mesmo jeito. O diafragma da câmera fotográfica controla a "quantidade" de luz que é captada, no olho humano a estrutura responsável por isso é a pupila. Por fim, as imagens são projetadas na película/sensor na câmera, a estrutura do olho que recebe essa luz é a retina.

Resposta da questão 29:

[C]

Na imagem do olho que possui defeito visual temos a formação de vários pontos focais, ou seja, uma formação de imagem turva, isso é característica do olho astigmático. A cura se dá com lentes cilíndricas.

Resposta da questão 30:

[A]

O cristalino (lente convergente de borda fina) é a principal lente do olho humano, a função dela é projetar e convergir a imagem na retina. A imagem projetada na retina é sempre real, invertida e menor.

Nível 2

Resposta da questão 1:

[A]

Comentário:

Para que uma lente delgada produza uma imagem direita e maior que o objeto ($i > o$), a lente deve operar como uma lupa ou microscópio simples.

Tipo de Lente

Imagem Direita e Maior: Somente lentes convergentes (ou convexas) são capazes de formar uma imagem virtual, direita e ampliada (maior que o objeto).

Lentes divergentes (ou côncavas) sempre formam imagens virtuais, direitas e menores que o objeto.

Portanto, a lente é convergente.

Posição do Objeto

Formação da Imagem Virtual, Direita e Ampliada: Para que uma lente convergente forme uma imagem com essas características, o objeto deve ser colocado entre o foco principal objeto (F) e o centro óptico (O) da lente.

Isso significa que a distância entre o objeto e a lente (p) deve ser menor que a distância focal (f): $p < f$

Conclusão

O único caso em que uma lente delgada produz uma imagem direita (i e o têm o mesmo sinal) e maior ($|i| > |o|$) é quando se trata de uma lente convergente e o objeto está colocado a uma distância menor que a distância focal. Alternativa correta: [A].

Resposta da questão 2:

C]

Para determinar o comportamento de uma lente (se ela converge ou diverge a luz), não basta olhar apenas para o seu formato; precisamos analisar a relação entre o índice de refração da lente (n) e o índice de refração do meio onde ela está imersa (n_{meio}).

O comportamento de uma lente segue esta lógica baseada na Equação dos Fabricantes de Lentes:

- Se $n_{\text{lente}} > n_{\text{meio}}$: A lente mantém seu comportamento "natural".

Bordas finas (convexa) = Convergente.

Bordas grossas (côncava) = Divergente.

- Se $n_{\text{lente}} < n_{\text{meio}}$: O comportamento da lente se inverte.

Bordas finas (convexa) = Divergente.

Bordas grossas (côncava) = Convergente.

Análise da Lente L1 (Biconvexa)

- Formato: Biconvexa (bordas finas). Em condições normais (no ar), ela seria convergente.

- Meio: O enunciado diz que $n_1 > n$. Ou seja, o meio é mais refringente que a lente.

- Comportamento: Como o meio é mais "forte" que a lente, o comportamento se inverte. A lente biconvexa passa a ser divergente.

Análise da Lente L2 (Bicôncava)

- Formato: Bicôncava (bordas grossas). Em condições normais (no ar), ela seria divergente.

- Meio: O enunciado diz que $n_2 < n$. Ou seja, a lente é mais refringente que o meio.

- Comportamento: Como a lente é mais "forte" que o meio, ela mantém seu

- comportamento natural. A lente bicôncava continua sendo divergente.

Essa inversão ocorre porque o desvio da luz (refração) depende da diferença de velocidade entre os meios. Quando o meio externo é opticamente mais denso, a luz sofre um desvio no sentido oposto ao que ocorreria no ar.

Logo, a alternativa correta é [C].

Resposta da questão 3:

[D]

Somente imagens **reais** são **projetáveis**. Como se pode perceber na figura, o feixe cilíndrico se abre ao passar pela lente, indicando que ela é **divergente**.

Resposta da questão 4:

[D]

Sendo x a distância entre a vela e a lente, a distância entre a lente e a parede será de $100 - x$. Sendo assim, podemos escrever:

$$\begin{aligned}\frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \\ \frac{1}{16} &= \frac{1}{x} + \frac{1}{100 - x} \\ \frac{1}{16} &= \frac{100 - x + x}{x(100 - x)} \\ 100x - x^2 &= 1600 \\ x^2 - 100x + 1600 &= 0 \\ x &= \frac{100 \pm \sqrt{3600}}{2} = \frac{100 \pm 60}{2} \\ x &= 20 \text{ ou } x = 80\end{aligned}$$

Portanto, as posições que satisfazem a condição do problema são as de distância 20 cm e 80 cm entre a vela e a lente.

Resposta da questão 5:

[C]

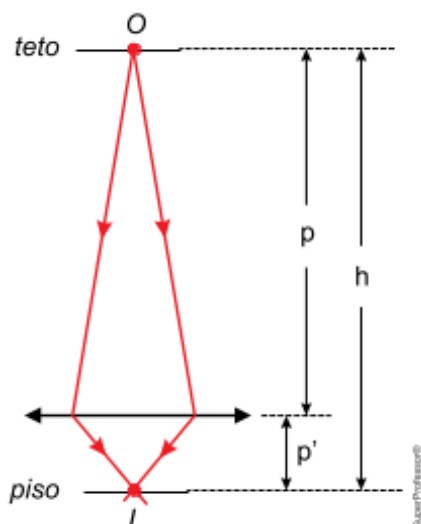
A imagem é virtual e 10 vezes maior: $A = +10$; o objeto está a 18 cm da lente: $p = 18$ cm.

Da equação do aumento:

$$A = \frac{f}{f - p} \Rightarrow 10 = \frac{f}{f - 18} \Rightarrow 10f - 180 = f \Rightarrow 9f = 180 \Rightarrow f = 20 \text{ cm}$$

Resposta da questão 6:

[B]



A figura ilustra a situação, mostrando a lâmpada [objeto (O)] fixa no teto, e sua imagem (I) projetada no piso da sala.

Da equação dos pontos conjugados:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p = \frac{p'f}{p' - f} = \frac{20 \cdot 19}{20 - 19} \Rightarrow p = 380\text{cm}$$

Mas:

$$h = p + p' = 380 + 20 = 400\text{cm} \Rightarrow h = 4\text{m}$$

Resposta da questão 7:

[B]

Como a vela tem o dobro da altura da sua imagem, considera-se $2h$ a altura da vela e h a altura da sua imagem e p' é a diferença entre p e 120 cm, assim, a distância da vela à lente é:

$$\begin{aligned} \frac{i}{o} &= -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{h}{2h} = -\frac{p'}{p} \xrightarrow{p' = p - 120} \frac{1}{2} = -\frac{p - 120}{p} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{p}{2} = -p + 120 \Rightarrow p + \frac{p}{2} = 120 \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{3p}{2} = 120 \therefore p = 80\text{cm} \end{aligned}$$

Resposta da questão 8:

[D]

Da equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = \frac{pf}{p - f} = \frac{60 \cdot 40}{60 - 40} = \frac{2400}{20} \Rightarrow p' = \pm 120\text{cm} (p' > 0 \Rightarrow \text{Imagem Real})$$

Calculando o aumento linear transversal:

$$A = -\frac{p'}{p} = -\frac{120}{60} \Rightarrow A = -2 \begin{cases} A < 0 \Rightarrow \text{Imagem invertida} \\ |A| > 1 \Rightarrow \text{Imagem maior que o objeto} \end{cases}$$

Resposta da questão 9:

[B]

Do enunciado, temos que:

$$\begin{aligned} f &= 22,5\text{cm} \\ p + p' &= 120 \Rightarrow p' = 120 - p \end{aligned}$$

Logo:

$$\begin{aligned} \frac{1}{f} &= \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{22,5} = \frac{1}{p} + \frac{1}{120-p} \Rightarrow \\ &\Rightarrow \frac{1}{22,5} = \frac{120-p+p}{p(120-p)} \Rightarrow 2700 = 120p - p^2 \Rightarrow \\ &\Rightarrow p^2 - 120p + 2700 = 0 \Rightarrow p = \frac{120 \pm \sqrt{3600}}{2} \\ p &= 90\text{cm ou } p = 30\text{cm} \end{aligned}$$

Como a imagem deve ser maior do que o objeto, este deve estar posicionado entre o foco e o centro de curvatura da lente. Portanto, $p = 30\text{ cm}$.

Resposta da questão 10:

[B]

A imagem real de um objeto real é invertida: o aumento linear transversal é negativo.

$$A = -20$$

Da equação do aumento:

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

Do enunciado:

$$p + p' = 42 \Rightarrow p + 20p = 42 \Rightarrow 21p = 42 \Rightarrow p = 2\text{cm}$$