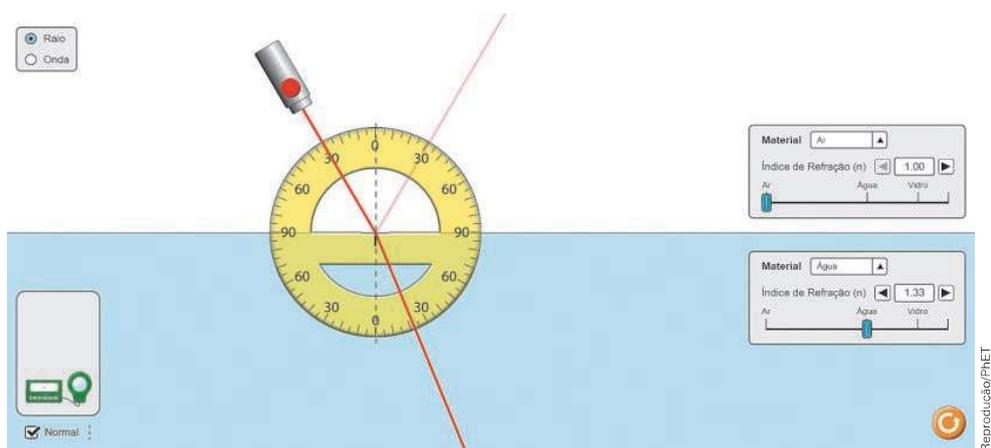


#cultura_digital

A simulação “Desvio da luz”, da plataforma PhET, da Universidade do Colorado, permite interagir com uma fonte de luz e a superfície de separação entre dois meios. Disponível em: https://phet.colorado.edu/sims/html/bending-light/latest/bending-light_pt_BR.html. Acesso em: 13 abr. 2022.

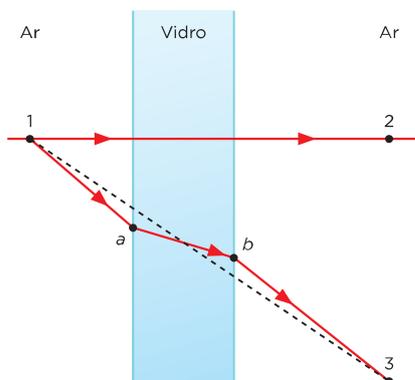


É possível, por meio da simulação, relacionar os ângulos de incidência e refração com os índices de refração dos meios materiais em questão.

DESENVOLVENDO HABILIDADES

Aula 21

- 1 (UFU-MG) Considere um raio de luz que parte do ponto 1 e vai até o ponto 2, seguindo por um caminho retilíneo, justamente porque é aquele em que tal raio o percorre em menor tempo possível. Na mesma situação, um raio sai do ponto 1 e chega a 3, mas, em vez de fazer o caminho seguindo a linha tracejada, ele atravessa a lâmina de vidro, passando por *a* e *b*.



- a) Explique por que o raio de luz não segue a linha tracejada, e sim desvia-se, passando por *a* e *b*.

O raio de luz se propaga do ar para o vidro e de novo para o ar, sofrendo refração. Quando a incidência é normal (ângulo de incidência nulo), o raio refratado não experimenta desvio. Esse fato pode ser comprovado experimentalmente ou pela lei de Snell-Descartes.

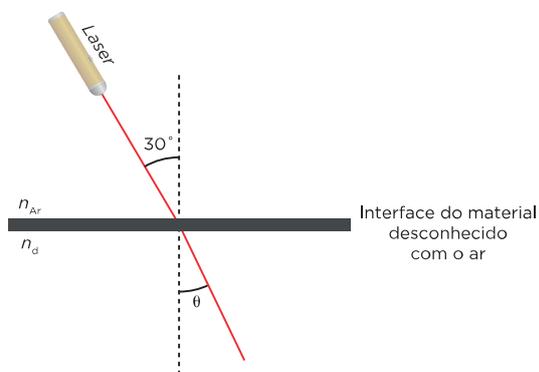
- b) Sabendo-se que o índice de refração do vidro é 1,5, qual é a velocidade com que o raio de luz o atravessa? Supondo $c = 3 \cdot 10^8$ m/s para a velocidade da luz, tem-se:

$$n = \frac{c}{v} \Rightarrow 1,5 = \frac{3 \cdot 10^8}{v}$$

$$\therefore v = 2 \cdot 10^8 \text{ m/s}$$

2 (UFJF-MG) Em um laboratório de óptica da UFJF, uma estudante de Física realizou um experimento para caracterizar um material transparente desconhecido por meio do valor do seu índice de refração, n_d . Ela montou o experimento de modo a enviar um feixe de laser a partir do ar em direção à interface do ar com esse material.

Com base nas informações da figura abaixo, da tabela de índices de refração abaixo e sabendo que a estudante obteve para o ângulo θ entre a normal e o raio que se propaga dentro do material desconhecido o valor de $\sin \theta = 0,37$, você pode concluir que o material mais provável era:



Considere os seguintes índices de refração:

Material	Índice de refração (n)
Ar	1,00
Glicerina	1,90
Diamante	2,42
Vidro	1,50
Álcool Etílico	1,36
Acrílico	1,49

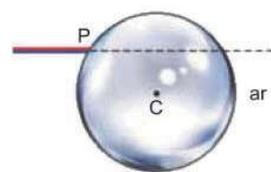
- a) Vidro.
- b) Glicerina.
- ▶ c) Álcool Etílico.
- d) Diamante.
- e) Acrílico.

Pela lei de Snell-Descartes:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provem}}} \Rightarrow \frac{\sin 30^\circ}{\sin \theta} = \frac{n_d}{n_{\text{Ar}}} \Rightarrow \frac{0,50}{0,37} = \frac{n_d}{1,00} \therefore n_d = 1,35$$

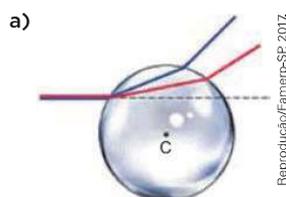
De acordo com a tabela, o meio é o álcool etílico.

3 (Famerp-SP) Dois raios de luz monocromáticos provenientes do ar, um azul e o outro vermelho, incidem no ponto P da superfície de uma esfera maciça de centro C, paralelos um ao outro, na direção da linha tracejada indicada na figura. A esfera é feita de vidro transparente e homogêneo.



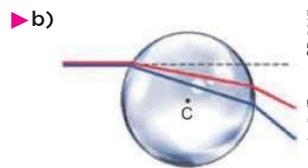
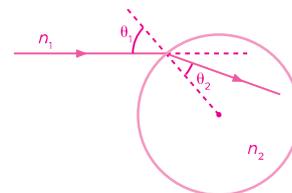
Reprodução/Famerp-SP, 2017.

Se o índice de refração absoluto do vidro é maior para a cor azul do que para a vermelha e se não houve reflexão total dentro da esfera, a figura que representa corretamente a trajetória desses raios desde a sua incidência no ponto P até a sua emergência da esfera está indicada em:



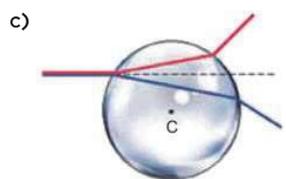
Reprodução/Famerp-SP, 2017.

Quando a luz refrata do ar para o vidro, o raio refratado se aproxima da reta normal, que passa pelo centro de curvatura, como mostra a figura:

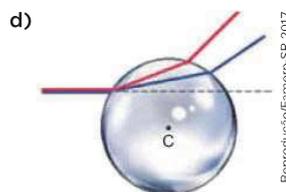


Reprodução/Famerp-SP, 2017.

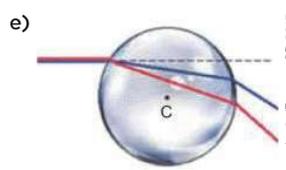
Pela lei de Snell-Descartes, o índice de refração de um meio e a medida do seu ângulo correspondente (seja de incidência ou de refração) são inversamente proporcionais. Dessa forma, como o índice de refração do vidro para a radiação azul é maior que o índice de refração da luz para a radiação vermelha, a radiação azul terá menor ângulo de refração, determinando um maior ângulo de desvio e aproximando-se mais da reta normal.



Reprodução/Famerp-SP, 2017.



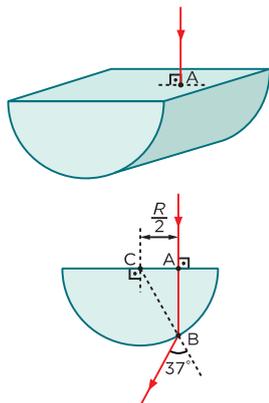
Reprodução/Famerp-SP, 2017.



Reprodução/Famerp-SP, 2017.

Aula 22

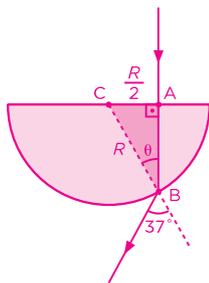
4 (Unesp-SP) Um semicilindro circular reto de raio R está imerso no ar e é atingido por um raio de luz monocromática que incide perpendicularmente no ponto A de uma de suas faces planas. Após atravessá-lo, esse raio emerge pelo ponto B contido na superfície circular do semicilindro. As figuras indicam as duas situações.



Considerando $\sin 37^\circ = 0,6$ e que o índice de refração absoluto do ar é $n_{Ar} = 1$, o índice de refração absoluto do material de que o semicilindro é feito é:

- a) 1,2.
- b) 1,4.
- c) 1,6.
- d) 1,8.
- e) 2,0.

De acordo com a figura fornecida, tem-se:

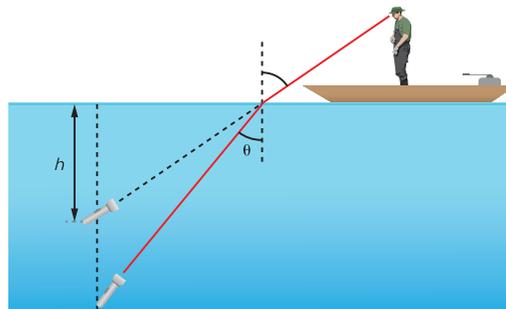


$$\sin \theta = \frac{R/2}{R} = \frac{1}{2}$$

Quando a luz refrata da peça para o ar, tem-se:

$$\frac{\sin i}{\sin r} = \frac{n_{passa}}{n_{provém}} \Rightarrow \frac{\sin \theta}{\sin 37^\circ} = \frac{n_{Ar}}{n_p} \Rightarrow \frac{0,50}{0,6} = \frac{1}{n_p} \therefore n_p = 1,2$$

5 (ITA-SP) Um pescador deixa cair uma lanterna acesa em um lago a 10,0 m de profundidade. No fundo do lago, a lanterna emite um feixe luminoso formando um pequeno ângulo θ com a vertical (veja a figura).



Considere: $\text{tg } \theta \approx \sin \theta \approx \theta$ e o índice de refração da água $n = 1,33$. Então, a profundidade aparente h vista pelo pescador é igual a:

- a) 2,5 m
- b) 5,0 m
- c) 7,5 m
- d) 8,0 m
- e) 9,0 m

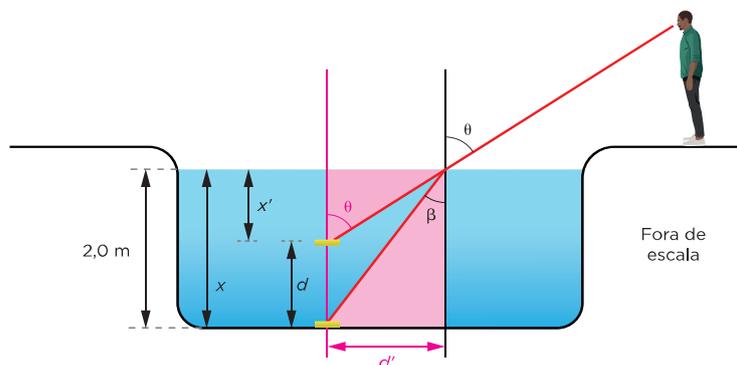
Para ângulos pequenos, é válida a equação:

$$\frac{d_i}{d_o} = \frac{n_{passa}}{n_{provém}}$$

$$\frac{h}{10} = \frac{1}{1,33}$$

$$\therefore h \approx 7,51$$

- 6 (Famerp-SP) Uma pessoa observa uma moeda no fundo de uma piscina que contém água até a altura de 2,0 m. Devido à refração, a pessoa vê a imagem da moeda acima da sua posição real, como ilustra a figura. Considere os índices de refração absolutos do ar e da água iguais a 1,0 e $\frac{4}{3}$, respectivamente.



- a) Considerando $\text{sen } \theta = 0,80$, qual é o valor do seno do ângulo β ?

Aplicando a lei de Snell quando a luz refrata da água para o ar, tem-se:

$$\frac{\text{sen } i}{\text{sen } r} = \frac{n_{\text{passa}}}{n_{\text{provém}}}$$

$$\frac{\text{sen } \beta}{\text{sen } \theta} = \frac{n_{\text{ar}}}{n_{\text{água}}}$$

$$\frac{\text{sen } \beta}{0,80} = \frac{1}{\frac{4}{3}}$$

$$\therefore \text{sen } \beta = 0,60$$

- b) Determine a quantos centímetros acima da posição real a pessoa vê a imagem da moeda.

Aplicando a relação fundamental da Trigonometria ($\text{sen}^2 x + \text{cos}^2 x = 1$), temos:

$$\text{sen } \theta = 0,80 \Rightarrow \text{cos } \theta = 0,60 \text{ e } \text{sen } \beta = 0,60 \Rightarrow \text{cos } \beta = 0,80$$

$$\text{Como } \text{tg } x = \frac{\text{sen } x}{\text{cos } x}, \text{ tem-se: } \text{tg } \theta = \frac{0,80}{0,60} = \frac{4}{3} \text{ e } \text{tg } \beta = \frac{0,60}{0,80} = \frac{3}{4}.$$

Da figura do enunciado, é possível extrair dois triângulos retângulos, de forma a obter as seguintes relações:

$$\bullet \text{tg } \beta = \frac{d'}{x} \therefore d' = x \cdot \text{tg } \beta \rightarrow d' = 2 \cdot \frac{3}{4} \therefore d' = 1,5 \text{ m}$$

$$\bullet \text{tg } \theta = \frac{d'}{x'} \rightarrow \frac{4}{3} = \frac{1,5}{x'} \therefore x' = 1,125 \text{ m}$$

$$\text{Portanto: } d = x - x' = 2 - 1,125 \therefore d = 0,875 \text{ m}$$

7 (UEL-PR) Certos dispositivos possibilitam visualizar ou demonstrar fenômenos naturais explicados pelas Leis da Física como o que se encontra no Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina, conforme a figura a seguir.



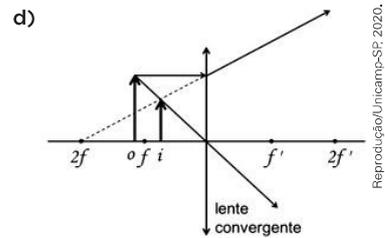
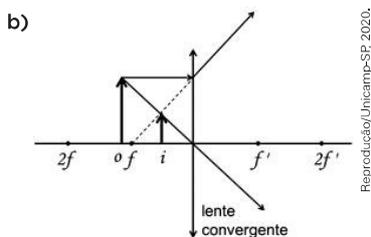
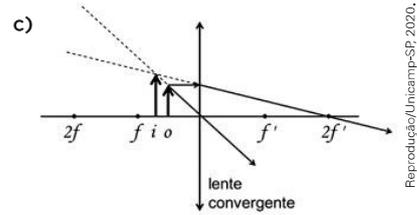
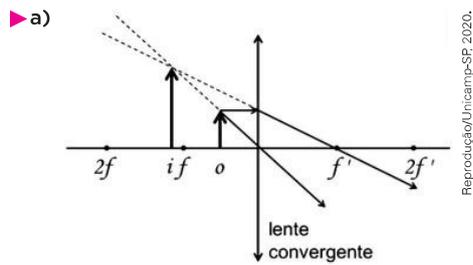
Nos compartimentos inferiores do dispositivo, há dois tipos de lentes, sendo possível observar a convergência e a divergência dos raios de luz que incidem nas lentes e delas emergem ao se acionar um botão.

Com base na imagem e nos conhecimentos sobre lentes esféricas, assinale a alternativa que apresenta, corretamente, o caminho percorrido pelos raios de luz.

a)			Reprodução/ UELPR, 2020.
b)			Reprodução/ UELPR, 2020.
▶ c)			Reprodução/ UELPR, 2020.
d)			Reprodução/ UELPR, 2020.
e)			Reprodução/ UELPR, 2020.

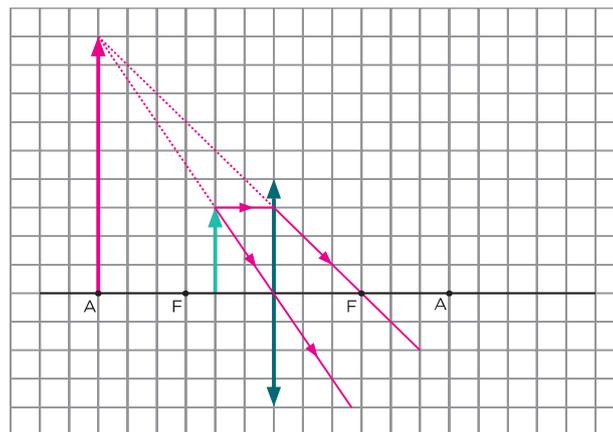
Independente do tipo da lente, todo raio de luz que incide sobre o centro óptico refrata sem sofrer desvio. Isso nos permite descartar as alternativas **b, d e e**. Na alternativa **a**, na lente de bordas finas (convergente), o raio de luz que incide apontando para o foco deve emergir paralelamente ao eixo principal. Além disso, na lente de bordas grossas (divergente), o raio de luz está se comportando como uma lente de bordas finas.

8 (Unicamp-SP) A lupa é um instrumento óptico simples formado por **uma única lente convergente**. Ela é usada desde a Antiguidade para observar pequenos objetos e detalhes de superfícies. A imagem formada pela lupa é direta e virtual. Qual figura abaixo representa corretamente o traçado dos raios luminosos principais provenientes de um determinado ponto de um objeto observado por uma lupa? Nessas figuras, (f) e (f') representam os pontos focais, (o) o objeto e (i) a imagem.



O raio de luz que incide paralelamente ao eixo principal deve refratar passando pelo foco f' .

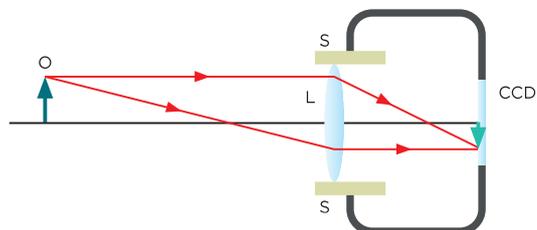
9 A figura a seguir representa esquematicamente a situação descrita na questão anterior, na qual um objeto está próximo a uma lente convergente. Represente os raios de luz emitidos pelo objeto que refratam na lente e determinam a imagem. Complete as lacunas indicando a natureza, a orientação e o tamanho da lente em relação ao objeto.



- Natureza: virtual
- Orientação: direita
- Tamanho: maior que o objeto

Aula 24

10 (Unesp-SP) Nas câmeras fotográficas digitais, os filmes são substituídos por sensores digitais, como um CCD (sigla em inglês para Dispositivo de Carga Acoplada). Uma lente esférica convergente (L), denominada objetiva, projeta uma imagem nítida, real e invertida do objeto que se quer fotografar sobre o CCD, que lê e armazena eletronicamente essa imagem.



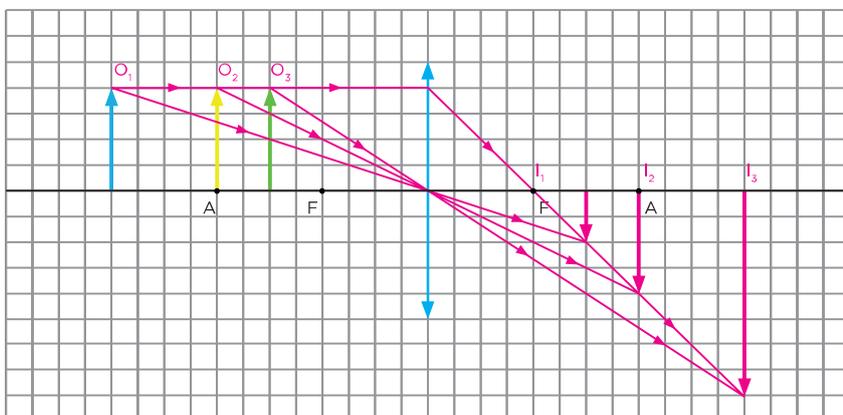
A figura representa esquematicamente uma câmera fotográfica digital. A lente objetiva L tem distância focal constante e foi montada dentro de um suporte S, indicado na figura, que pode mover-se para a esquerda, afastando a objetiva do CCD ou para a direita, aproximando-a dele. Na situação representada, a objetiva focaliza com nitidez a imagem do objeto O sobre a superfície do CCD.

Considere a equação dos pontos conjugados para lentes esféricas $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$, em que f é a distância focal da lente, p a coordenada do objeto e p' a coordenada da imagem. Se o objeto se aproximar da câmera sobre o eixo óptico da lente e a câmera for mantida em repouso em relação ao solo, supondo que a imagem permaneça real, ela tende a mover-se para a

- a) esquerda e não será possível mantê-la sobre o CCD.
- b) esquerda e será possível mantê-la sobre o CCD movendo-se a objetiva para a esquerda.
- c) esquerda e será possível mantê-la sobre o CCD movendo-se a objetiva para a direita.
- ▶ d) direita e será possível mantê-la sobre o CCD movendo-se a objetiva para a esquerda.
- e) direita e será possível mantê-la sobre o CCD movendo-se a objetiva para a direita.

À medida que o objeto se aproxima da lente, a imagem se afasta dela. Como a posição do CCD deve ser mantida, a lente deve ser deslocada para a esquerda, a fim de que a posição da imagem coincida com a posição do CCD.

11 Na figura a seguir foi representado um único objeto real em três posições diferentes, diante de uma lente convergente. Desenhe as imagens referentes a cada posição indicada seguindo as orientações a seguir.

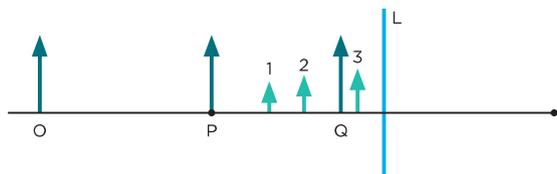


- I. Represente o raio de luz que parte do topo do objeto mais distante e incide paralelamente ao eixo principal. Represente o raio refratado correspondente.
- II. Represente o raio de luz que parte do topo de cada objeto e incide sobre o centro óptico da lente e o seu raio refratado correspondente.
- III. Assinale, na própria figura, as três imagens conjugadas pela lente.

Agora, classifique as afirmações a seguir, indicando se são verdadeiras (V) ou falsas (F).

- (V) Quando a imagem é real, ela pode ser projetada sobre um anteparo.
- (V) Para um objeto real, a imagem projetada sempre é invertida em relação ao objeto.
- (V) À medida que o objeto se aproxima da lente, a imagem se afasta dela.
- (V) Supondo que a imagem se forme sobre um anteparo que se mantém sempre na mesma posição, a lente deve se afastar do anteparo para que a imagem seja nítida.

- 12 (UFRGS-RS) Na figura abaixo, O, P e Q representam três diferentes posições de um objeto real, e L é uma lente, imersa no ar, cuja distância focal coincide com a distância da posição P à lente. As setas 1, 2 e 3 representam imagens do objeto, formadas pela lente.



Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

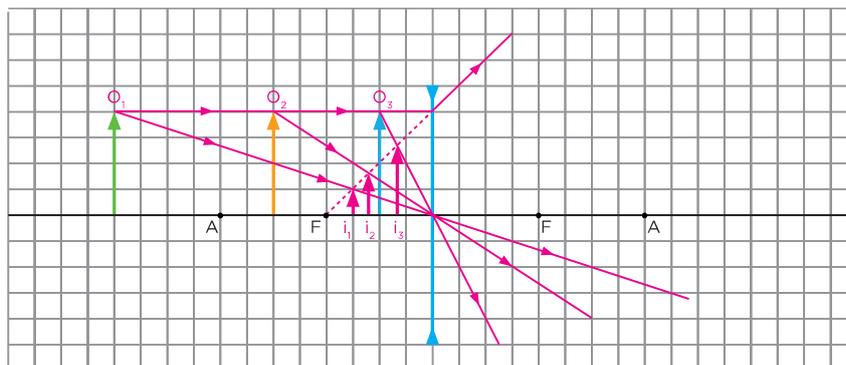
A lente L é _____, e as imagens do objeto quando colocado nas posições O, P e Q são, respectivamente, _____.

- a) convergente - 1, 2 e 3
- ▶ b) divergente - 1, 2 e 3
- c) convergente - 2, 3 e 1
- d) divergente - 3, 2 e 1
- e) convergente - 3, 2 e 1

Na figura do enunciado, percebe-se que as imagens conjugadas pela lente são menores, direitas e virtuais para as três posições do objeto em relação ao centro óptico. Essas características são próprias de imagens conjugadas por lentes divergentes.

Quando o objeto é colocado nas posições O, P e Q, as respectivas imagens são 1, 2 e 3, pois o ângulo do raio de luz emitido pela extremidade do objeto em relação ao eixo principal aumenta, determinando uma imagem mais próxima da lente e maior em relação às outras imagens conjugadas.

- 13 Na figura a seguir foi representado um único objeto real em três posições diferentes, diante de uma lente divergente. Desenhe as imagens referentes a cada posição indicada seguindo as orientações a seguir.



- a) Represente o raio de luz que parte do topo do objeto mais distante e incide paralelamente ao eixo principal. Represente o raio refratado correspondente.
- b) Represente o raio de luz que parte do topo de cada objeto e incide sobre o centro óptico da lente e o seu raio refratado correspondente.
- c) Assinale, na própria figura, as três imagens conjugadas pela lente.
- d) Agora, classifique as afirmações a seguir, indicando se são verdadeiras (V) ou falsas (F).
 - (V) À medida que o objeto se aproxima do centro óptico da lente, a distância entre a imagem e a lente diminui.
 - (V) Independentemente da posição do objeto, em relação à lente, a imagem é sempre menor, direita e virtual.
 - (V) Independentemente da posição do objeto, em relação à lente, a imagem está posicionada entre o foco e o centro óptico da lente divergente.