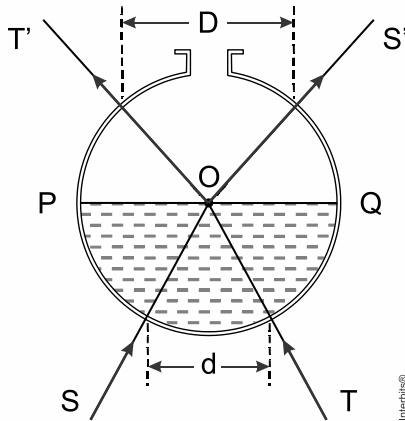


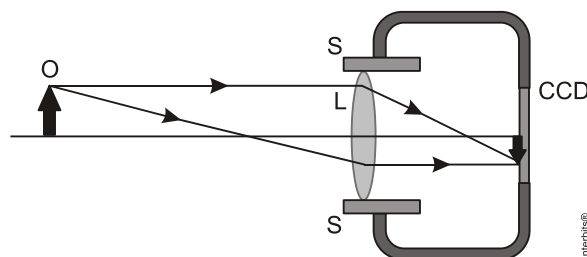
1. (Ufes 2015) Enche-se uma fina esfera, feita de vidro transparente, com um líquido, até completar-se exatamente a metade de seu volume. O resto do volume da esfera contém ar (índice de refração $n_{ar} = 1$). Uma fonte de luz gera um cone de finos raios luminosos que interceptam a esfera, formando uma circunferência de diâmetro d . Os raios emergem da esfera, formando novo cone que intercepta a esfera em outra circunferência de diâmetro D . Na figura, mostram-se dois raios incidentes SO e TO , nos limites da interseção do cone com o plano da figura, bem como os correspondentes raios emergentes OS' e OT' . O ponto O é o centro da esfera. Despreze qualquer efeito de refração na passagem dos raios de luz através do vidro da esfera.



- Explique por que os feixes incidentes, tais como SO ou TO , não sofrem desvio no trajeto do ar para o líquido.
- Se $d = 20\text{ cm}$ e $D = 28\text{ cm}$, determine o índice de refração n_{liq} do líquido em relação ao ar.
- À medida que se aumenta o ângulo do cone de raios incidentes, verifica-se que o ângulo do cone emergente tende a 90° , ou seja, OS' tende a OQ e OT' tende a OP . Sabendo que esse limite ocorre quando d se torna $d_{lim} = 30\text{ cm}$, determine o raio da esfera.

2. (Unesp 2015) 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, 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.

3. (Udesc 2014) Assinale a alternativa **incorreta**, considerando os elementos e os fenômenos ópticos.

- a) A luz é uma onda eletromagnética que pode sofrer o efeito de difração.
- b) A lupa é constituída por uma lente divergente.
- c) O cristalino do olho humano comporta-se como uma lente convergente.
- d) As ondas longitudinais não podem ser polarizadas porque oscilam na mesma direção da propagação.
- e) O espelho esférico côncavo é usado para ampliar a imagem dos objetos colocados bem próximos a ele.

4. (Ufsm 2014) Óculos, microscópios e telescópios vêm sendo utilizados há alguns séculos, trazendo enormes avanços científicos com consequências diretas no desenvolvimento de diversos campos, como saúde e tecnologia. Considerando os processos físicos fundamentais envolvidos na ótica de lentes delgadas, complete as lacunas na afirmação a seguir.

O processo de convergência ou divergência dos raios luminosos através de lentes delgadas tem como base física o fenômeno da _____, que se caracteriza pela mudança da _____ da luz, ao passar de um meio para outro (do ar para o vidro, por exemplo). O desvio na trajetória dos raios luminosos na interface entre o ar e a lente depende _____ da luz.

Assinale a sequência correta.

- a) refração – velocidade – do ângulo de incidência
- b) difração – frequência – da polarização
- c) difração – velocidade – do ângulo de incidência
- d) refração – frequência – da polarização
- e) refração – frequência – do ângulo de incidência

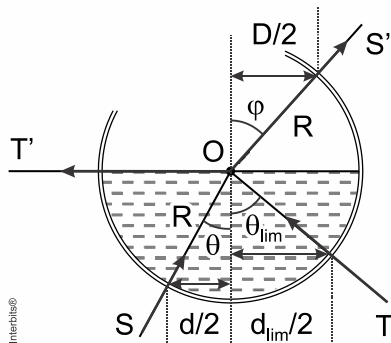
5. (G1 - ifsp 2014) De posse de uma lupa, um garoto observa as formigas no jardim. Ele posiciona o dispositivo óptico bem perto dos insetos (entre a lente e o seu foco) e os veem de maneira nítida. O tipo de lente que utiliza em sua lupa pode ser classificado como:

- a) Convergente, formando uma imagem real, maior e direita.
- b) Divergente, formando uma imagem virtual, menor e direita.
- c) Convergente, formando uma imagem virtual, maior e direita.
- d) Divergente, formando uma imagem real, maior e invertida.
- e) Convergente, formando uma imagem real, menor e invertida.

Gabarito:
Resposta da questão 1:

- a) Os raios incidentes SO e TO não sofrem desvios ao passar do ar para a água porque têm direção radial, ou seja, são paralelos à normal nos pontos de incidência.
- b) Com o auxílio da figura abaixo (ver raio SOS'), e utilizando-se a Lei de Snell, que relaciona os índices de refração com os ângulos de incidência e de refração, temos:

$$n_{\text{liq}} \cdot \sin \theta = n_{\text{ar}} \cdot \sin \varphi$$



Da trigonometria sabemos que $\sin \alpha = \frac{\text{cateto oposto à } \alpha}{\text{hipotenusa}}$

$$\text{Então, da figura tiramos que } \sin \theta = \frac{d/2}{R} = \frac{d}{2R} \text{ e } \sin \varphi = \frac{D/2}{R} = \frac{D}{2R}$$

Substituindo os senos na equação da Lei de Snell

$$n_{\text{liq}} \cdot \frac{d}{2R} = 1 \cdot \frac{D}{2R} \quad \rightarrow \quad n_{\text{liq}} = \frac{D}{d} = \frac{28 \text{ cm}}{20 \text{ cm}} \quad \rightarrow \quad n_{\text{liq}} = 1,4$$

- c) Quando o ângulo de refração do meio mais refringente para o meio menos refringente é de 90° com relação à normal, temos o ângulo limite de incidência (ver raio TOT'). Aplicando Snell, temos:

$$n_{\text{liq}} \cdot \sin \theta_{\text{lim}} = n_{\text{ar}} \cdot \sin 90^\circ \quad \text{e fazendo } n_{\text{liq}} = 1,4 \text{ e } \sin \theta_{\text{lim}} = \frac{d_{\text{lim}}}{2R} \text{ ficamos com}$$

$$1,4 \cdot \frac{d_{\text{lim}}}{2R} = 1 \cdot 1 \quad \rightarrow \quad d_{\text{lim}} = 30 \text{ cm} \quad \rightarrow \quad R = \frac{1,4 \cdot 30 \text{ cm}}{2} \quad \rightarrow \quad R = 21 \text{ cm}$$

Resposta da questão 2:

Primeiramente, vejamos as condições de formação de imagem real para objeto real em lente delgada convergente, quando a distância (D) entre o objeto e o anteparo (tela ou CCD) é fixa.

$$\left\{ \begin{array}{l} \frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = \frac{p f}{p - f} \\ p + p' = D \Rightarrow p' = D - p \end{array} \right\} \Rightarrow D - p = \frac{p f}{p - f} \Rightarrow D p - D f - p^2 + p f = p f \Rightarrow$$

$$D p - D f - p^2 + p f = p f \Rightarrow p^2 - D p + D f = 0 \Rightarrow$$

$$p = \frac{D \pm \sqrt{D^2 - 4 D f}}{2}$$

Possibilidades:

1ª) $D^2 - 4Df < 0 \Rightarrow D < 4f \Rightarrow$ não há formação de imagem real para qualquer posição da lente;

2ª) $D^2 - 4Df = 0 \Rightarrow D = 4f \Rightarrow$ há uma única posição da lente, devendo ela ser colocada de forma que o objeto esteja sobre seu ponto antiprincipal objeto (A_o), projetando a imagem (anteparo) sobre seu ponto antiprincipal imagem (A_i);

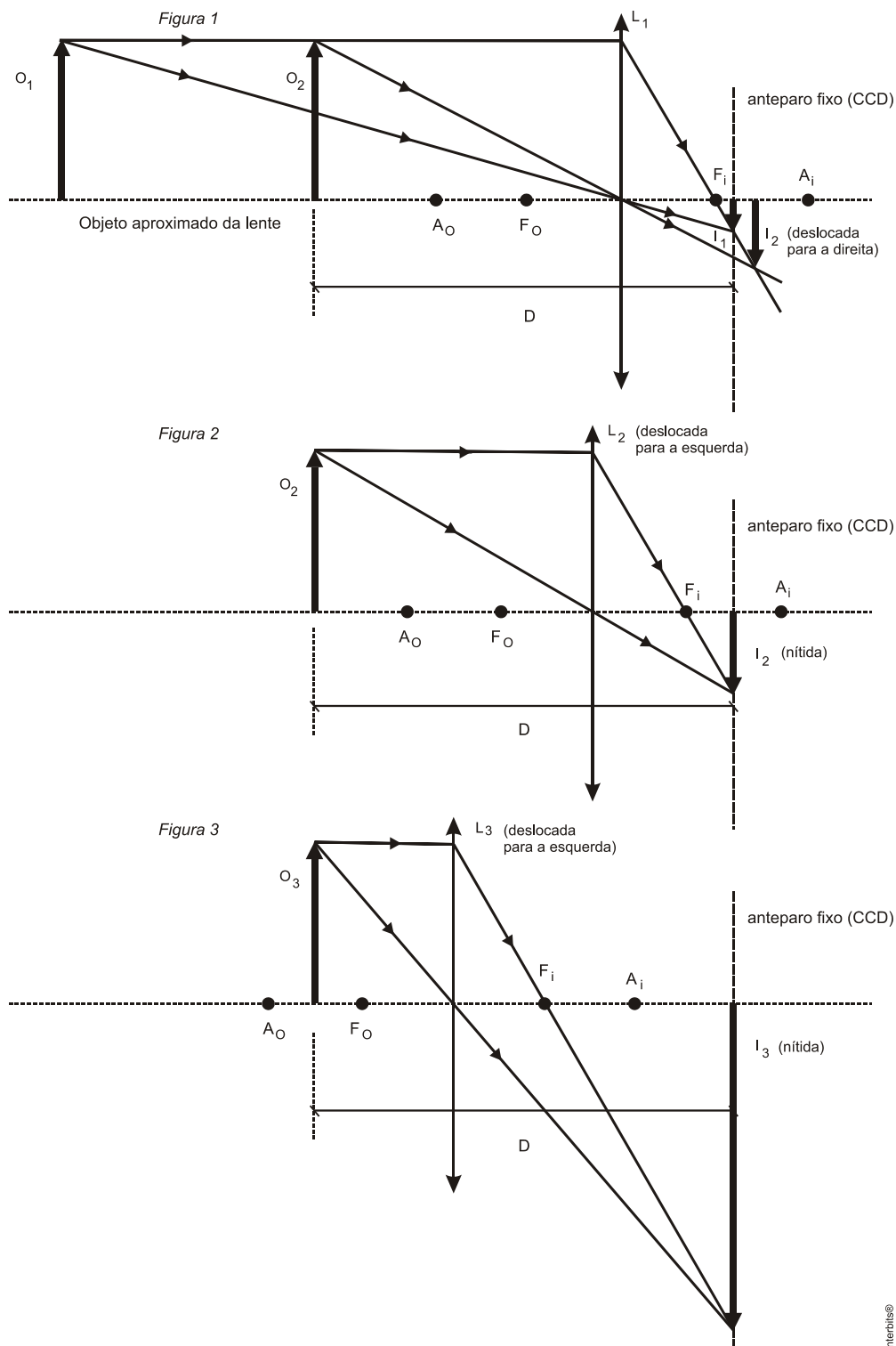
3ª) $D^2 - 4Df > 0 \Rightarrow D > 4f \Rightarrow$ há duas posições da lente, devendo ela ser colocada de forma que o objeto esteja antes de A_o (*Figura 2*) ou entre A_o e F_o (*Figura 3*).

Na *Figura 1* vê-se que, ao deslocar o objeto aproximando-o da lente, a imagem desloca-se para a **direita** (I_2) e fica desfocada. Para torná-la nítida, a lente deve ser deslocada para a **esquerda**, aproximando-se do objeto, tanto na *Figura 2* como na *Figura 3*.

No caso da câmera fotográfica, a imagem deve ser menor que o objeto, caracterizando a situação mostrada na *Figura 2*.

Devido ao Princípio da Reversibilidade dos raios luminosos, nas figuras 2 e 3 podemos notar que:

$$p_3 = p_2' \text{ e } p_3' = p_2.$$



Resposta
[B]

da

questão

3:

Comentário:

A alternativa [B] deveria especificar que a lupa está sendo usada no ar; na alternativa [E], o termo **bem próximos** é muito vago. Deveria ser trocado por: ... **entre o foco e o vértice**. Espera-se sempre que uma lupa seja usada no ar. Então, o índice de refração do material de que ela é feita é maior que o do meio. Sendo uma lente de borda fina, ela deve ser convergente.

Resposta da **questão** **4:**
[A]

No processo da refração em lentes delgadas, ocorre convergência ou divergência dos raios luminosos, de acordo com o índice de refração da lente em relação ao meio. O desvio ocorre devido a alterações na velocidade de propagação da luz ao mudar de meio, sendo tanto maior, quando maior for o valor do ângulo de incidência.

Resposta da **questão** **5:**
[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.

Resumo das questões selecionadas nesta atividade

Q/prova	Q/DB	Grau/Dif.	Matéria	Fonte	Tipo
1.....	138156	.....Elevada	..... Física.....	Ufes/2015.....	Analítica
2.....	135728	.....Elevada	..... Física.....	Unesp/2015.....	Múltipla escolha
3.....	129644	.....Baixa	..... Física.....	Udesc/2014.....	Múltipla escolha
4.....	134075	.....Baixa	..... Física.....	Ufsm/2014.....	Múltipla escolha
5.....	130381	.....Baixa	..... Física.....	G1 - ifsp/2014	Múltipla escolha