

# **Exercícios – Módulo Óptica Geométrica IV**

**Lentes: Formação de imagens**

**Segundo Ano do Ensino Médio**

**Autor: Thales Azevedo**

**Revisora: Luna Lima**



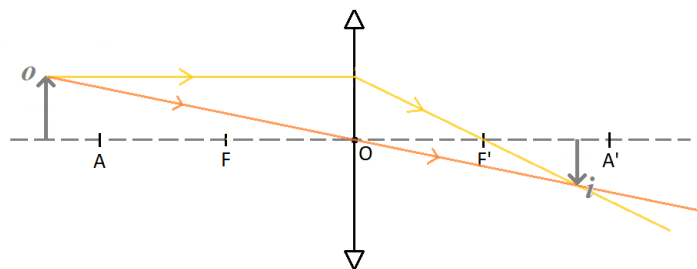
**Portal  
da Física  
OBMEP**

1) (UFF) A lente objetiva usada para tirar a fotografia do grafite pode ser considerada como uma lente convergente delgada. Chame de  $p$  a distância entre a objetiva e a parede fotografada, de  $d$  a distância entre a objetiva e o plano do filme fotográfico (ou célula CCD numa câmera digital), e de  $f$  a distância focal da objetiva.

Assinale a opção que identifica corretamente, para a situação da fotografia mencionada, como estão relacionadas as 3 distâncias  $p$ ,  $d$  e  $f$  e qual a orientação da imagem formada sobre o filme.

- a)  $p > f > d$ ; imagem invertida
- b)  $d > f > p$ ; imagem direita
- c)  $p > d > f$ ; imagem invertida
- d)  $f > d > p$ ; imagem direita
- e)  $d > p > f$ ; imagem invertida

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes esféricas. Para resolvê-la, é preciso lembrar o que foi discutido no texto correspondente. De acordo com o enunciado, a lente objetiva em questão pode ser considerada como uma lente convergente. A luz que vem da parede (objeto) é refratada na lente e então atinge o filme fotográfico, onde a imagem é formada. Como essa imagem é formada pelos próprios raios luminosos (e não por seus prolongamentos), trata-se de uma imagem real. Além disso, a imagem formada no filme fotográfico é obviamente menor que a parede em si. Portanto, basta lembrar em que situação uma lente convergente produz uma imagem real e menor que o objeto. Isso ocorre quando o objeto está a uma distância do centro óptico maior que o dobro da distância focal, como ilustra a figura abaixo.

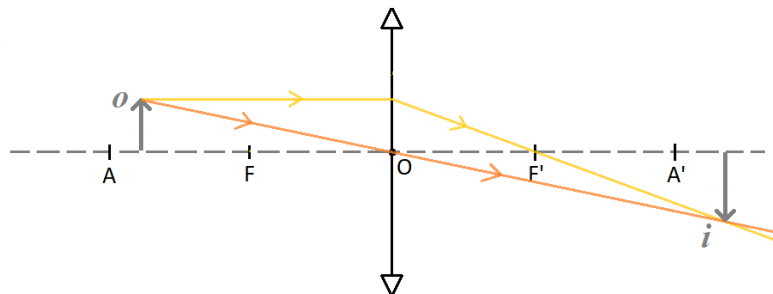


A partir da figura, vemos que a distância  $p$  do objeto à lente é maior que a distância  $d$  da imagem à lente, que por sua vez é maior que a distância focal  $f$ . Além disso, nota-se que a imagem é invertida. Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa **c**).

2) (UFSM) Um objeto está sobre o eixo óptico e a uma distância  $p$  de uma lente convergente de distância focal  $f$ . Sendo  $p$  maior que  $f$  e menor que  $2f$ , pode-se afirmar que a imagem será:

- a) virtual e maior que o objeto;
- b) virtual e menor que o objeto;
- c) real e maior que o objeto;
- d) real e menor que o objeto;
- e) real e igual ao objeto.

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes esféricas. Para resolvê-la, é preciso lembrar o que foi discutido no texto correspondente. De acordo com o enunciado, o objeto em questão encontra-se entre o foco e o ponto antiprincipal da lente convergente. Portanto, basta lembrar as características da imagem produzida nessa situação, que aparece ilustrada na figura abaixo.



A partir da figura, vemos que a imagem é real (por ser formada pelo encontro dos raios luminosos oriundos do objeto, e não por seus prolongamentos) e maior que o objeto. Além disso, nota-se que a imagem é invertida. Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa **c**).

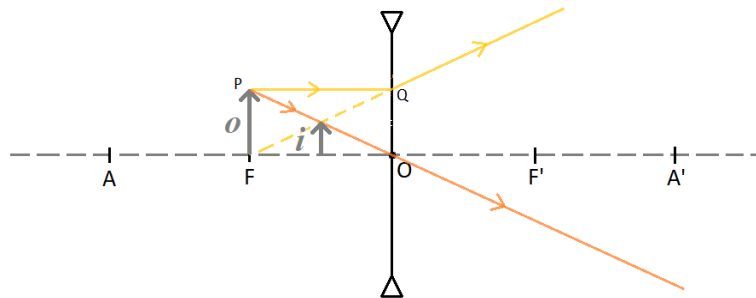
3) (UFLA) Um objeto real que se encontra a uma distância de 25 cm de uma lente esférica delgada divergente, cuja distância focal é, em valor absoluto, também de 25 cm,

- a) não fornecerá imagem.

- b) terá uma imagem real, invertida e do mesmo tamanho do objeto, a 25 cm da lente.
- c) terá uma imagem real, invertida e ampliada, a 12,5 cm da lente.
- d) terá uma imagem virtual, direita e ampliada, a 25 cm do objeto.
- e) terá uma imagem virtual, direita e reduzida, a 12,5 cm do objeto.

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes esféricas. Para resolvê-la, é preciso lembrar o que foi discutido no texto correspondente. A questão pergunta sobre a imagem de um objeto posicionado sobre o foco de uma lente esférica. Se a lente fosse convergente, nenhuma imagem seria produzida (pode-se dizer também que a imagem é imprópria). No entanto, de acordo com o enunciado, a lente em questão é divergente. Nesse caso, independentemente da distância do objeto (real) à lente, a imagem produzida será virtual, direita e menor que o objeto (ou seja, reduzida).

Por exclusão, tal informação já seria suficiente para concluirmos que a alternativa e) contém a resposta correta. De todo modo, vamos mostrar que a distância da imagem ao objeto contida naquela alternativa também está correta. Para tanto, veja a figura abaixo.



Note que os prolongamentos dos raios luminosos refratados correspondem às diagonais do retângulo FPQO na figura, que se cruzam no centro geométrico do mesmo. Assim, a base da imagem está localizada exatamente no ponto médio do segmento OF, cujo comprimento corresponde à distância focal da lente. Isso implica que a distância entre o objeto e a imagem é de  $25 \text{ cm}/2 = 12,5 \text{ cm}$ , como está de fato dito na alternativa e).

*Comentário:* perceba ainda que, apesar de a questão não pedir esta informação, a figura também nos permite concluir que a imagem tem metade do tamanho do objeto.

**4) (UNESP)** No laboratório de Física de certa escola, o professor propôs aos seus alunos conseguirem identificar o desenho que há em uma cabeça de alfinete, colocando à disposição deles algumas lentes esféricas. A imagem

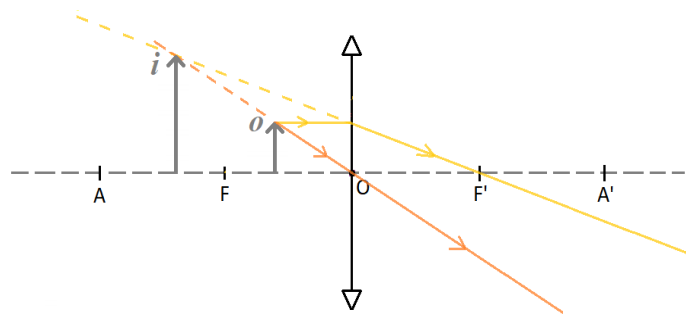
direita e ampliada do desenho será obtida pelos alunos que posicionarem a cabeça do alfinete sobre o eixo principal de uma lente

- a) convergente, a uma distância da lente maior do que o dobro da distância focal dela.
- b) convergente, a uma distância da lente maior do que a distância focal e menor do que o dobro dela.
- c) convergente, a uma distância da lente menor do que a distância focal dela.
- d) divergente, a uma distância da lente maior do que a distância focal dela.
- e) divergente, a uma distância da lente menor do que a distância focal dela.

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes delgadas, conforme vimos no texto correspondente. Para resolvê-la, poderíamos construir a imagem associada a cada uma das situações descritas nas alternativas, usando os raios luminosos particulares. No entanto, é útil lembrar (e fácil demonstrar) que lentes divergentes sempre produzem um mesmo tipo de imagem (com as mesmas características), independentemente da posição do objeto (suposto real) em relação à lente. De fato, naquele caso, a imagem é *virtual, direita e menor* que o objeto. (O mesmo vale para imagens produzidas por espelhos convexos. Lembre-se das semelhanças entre lentes e espelhos esféricos.)

Como, nesta questão, o objetivo é produzir uma imagem direita e ampliada do objeto (cabeça do alfinete), podemos descartar logo no começo as alternativas d) e e), que envolvem lentes divergentes. No caso das lentes convergentes (e espelhos côncavos), as características da imagem produzida dependem fortemente da posição do objeto em relação à lente (ou ao espelho).

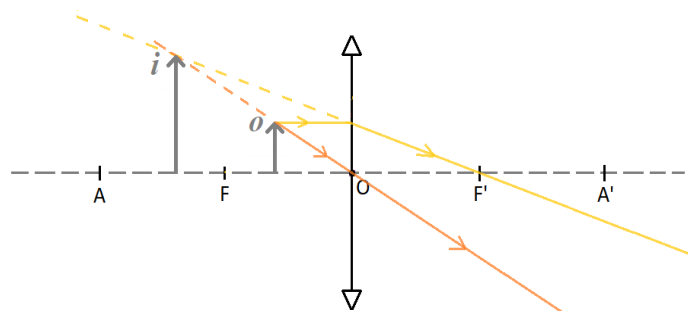
Testando as alternativas, ou seja, construindo a imagem de acordo com a situação apresentada em cada uma delas, chegamos à conclusão de que a imagem será de fato direita e maior que o objeto quando este for posicionado entre o foco principal e o centro óptico da lente convergente, como ilustra a figura abaixo. (Note também que a imagem é virtual, embora tal característica não seja relevante para resolver esta questão.) Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa c).



- 5) (UFMT) Lupas são lentes simples de uso comum na identificação de impressões digitais. Considere que sejam lentes esféricas de bordas delgadas. Ao se colocar um objeto à meia distância entre o foco principal objeto e o centro óptico de uma lupa, a imagem será:
- a) Real e metade do tamanho do objeto.
  - b) Virtual e metade do tamanho do objeto.
  - c) Virtual e o dobro do tamanho do objeto.
  - d) Real e o dobro do tamanho do objeto.

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes delgadas, conforme vimos no texto correspondente. Para resolvê-la, o primeiro passo é perceber que a lente em questão é convergente. De fato, de acordo com o enunciado, a lente possui bordas delgadas. Além disso, infere-se do contexto que o meio no qual a lente está inserida é o ar, cujo índice de refração certamente é menor do que o índice de refração do material de que a lente é feita. Nessa situação, lentes de bordas delgadas são convergentes.

A questão pergunta sobre as características da imagem de um objeto posicionado a meia distância entre o foco principal e o centro óptico da lente (lupa). De fato, quando um objeto (real) é posto em qualquer posição entre o foco principal e o centro óptico da lente, a imagem formada é *virtual*, *direita* e *maior* que o objeto em questão, como ilustra a figura abaixo.

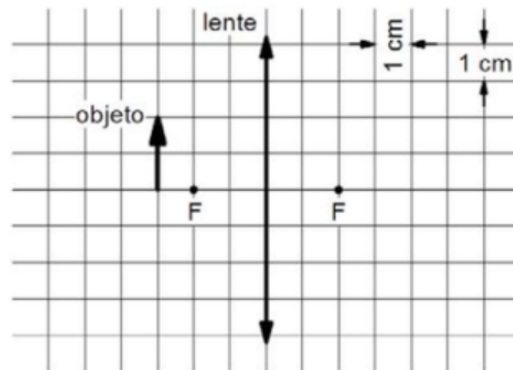


Com isso, podemos concluir que a resposta correta deve estar na alternativa **c)** (por ser a única alternativa que afirma que a imagem será virtual e maior que o objeto).

**Comentário:** como a questão é de múltipla escolha, o que apresentamos até aqui foi suficiente para resolvê-la. Se quiséssemos de fato mostrar que a imagem teria o dobro do tamanho do objeto, a maneira mais direta seria recorrer ao estudo analítico das lentes

esféricas, ou seja, utilizar a equação de Gauss associada à equação do aumento linear transversal. Você consegue mostrar isso?

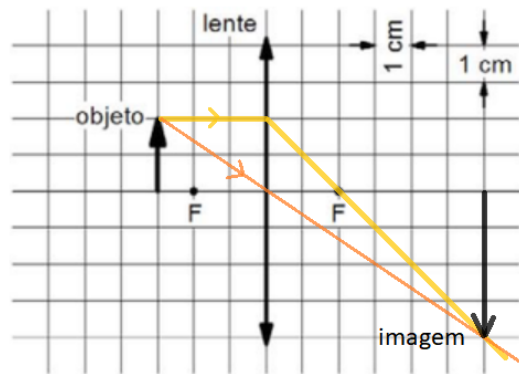
- 6) (UNICAMP) Um objeto é disposto em frente a uma lente convergente, conforme a figura abaixo. Os focos principais da lente são indicados com a letra F.



Pode-se afirmar que a imagem formada pela lente

- a) é real, invertida e mede 4 cm.
- b) é virtual, direta e fica a 6 cm da lente.
- c) é real, direta e mede 2 cm.
- d) é real, invertida e fica a 3 cm da lente.

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes esféricas. Para resolvê-la, poderíamos aplicar as fórmulas discutidas no texto correspondente ao estudo analítico das lentes. Porém, como o enunciado da questão traz um quadriculado, a solução pode ser obtida de maneira mais direta se utilizarmos raios particulares para determinar a imagem formada diretamente na figura. Lembrando que os raios luminosos que incidem sobre uma lente convergente paralelamente ao seu eixo óptico são refratados na direção do foco, e que os raios que incidem sobre o centro óptico são transmitidos sem que haja alteração na sua direção de propagação, obtemos a figura a seguir.



Da figura, vemos que a imagem é invertida, real, estende-se por 4 quadrados e que há 6 quadrados entre a imagem e a lente. Como, de acordo com a figura fornecida no enunciado, o lado de cada quadrado mede 1 cm, concluímos que a imagem formada mede 4 cm e fica a 6 cm da lente. Portanto, a resposta correta encontra-se na alternativa a).

7) (IME) Um espelho e uma lente, ambos esféricos, encontram-se posicionados de maneira que seus eixos ópticos coincidam. Uma vela acesa é posicionada entre o espelho e a lente, perpendicularmente ao eixo óptico, com a base sobre o mesmo. Para que as imagens formadas individualmente pelos dois instrumentos, a partir do objeto, possam ser direitas e coincidentes, os tipos de espelho e de lente devem ser, respectivamente:

- convexo e convergente
- convexo e divergente
- côncavo e convergente
- côncavo e divergente
- não existe combinação que torne as imagens coincidentes

**Solução:** Esta é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em lentes esféricas e espelhos esféricos. Para resolvê-la, é preciso lembrar o que foi discutido nos textos correspondentes. De acordo com o enunciado, as imagens produzidas pelos dois dispositivos ópticos devem ser direitas e coincidentes, ou seja, devem ter o mesmo tamanho e ocupar a mesma posição. Devemos, então, listar as situações em que tais dispositivos produzem imagens direitas. São elas:

- Espelho convexo: imagem virtual, direita e menor que o objeto.



- Espelho côncavo, objeto entre o foco e o vértice: imagem virtual, direita e maior que o objeto.
- Lente divergente: imagem virtual, direita e menor que o objeto.
- Lente convergente, objeto entre o foco e o centro óptico: imagem virtual, direita e maior que o objeto.

Como as imagens devem ter as mesmas características, vemos que há apenas duas combinações com potencial de produzir o resultado desejado: espelho convexo e lente divergente, ou espelho côncavo e lente convergente.

Vejam os primeiros casos. Colocando-se um objeto luminoso entre o espelho convexo e a lente divergente, temos que a imagem produzida pelo espelho formar-se-á atrás do mesmo, enquanto a imagem produzida pela lente formar-se-á entre o objeto e a lente (portanto, na frente do espelho). Logo, essa combinação não tem como tornar as imagens coincidentes.

Vejam agora o segundo caso. Colocando-se um objeto luminoso entre o espelho côncavo e a lente convergente, temos que a imagem produzida pelo espelho formar-se-á atrás do mesmo (desde que o objeto esteja entre o foco e o vértice do espelho), enquanto a imagem produzida pela lente formar-se-á do mesmo lado do objeto (à frente da lente), a uma distância maior que a distância entre o objeto e a lente. Assim, vemos que é possível combinar um espelho côncavo com uma lente convergente de forma a obter imagens coincidentes, como ilustra a figura abaixo. Portanto a resposta correta encontra-se na alternativa **c**).

