

## **Exercícios – Módulo Óptica Geométrica II**

### **Espelhos esféricos – Raios particulares e formação de imagens**

**Segundo Ano do Ensino Médio**

**Autor: Thales Azevedo**

**Revisor: Lucas Lima**



**Portal  
da Física  
OBMEP**

1) (PUC-MG) Um objeto situado a 20 cm de um espelho côncavo forma uma imagem real de tamanho igual ao do objeto. Se o objeto for deslocado para 10 cm do espelho, a nova imagem aparecerá a uma distância:

- a) 10 cm
- b) 15 cm
- c) 20 cm
- d) 30 cm
- e) infinita

**Solução:** Essa é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em espelhos esféricos côncavos, como discutido nas aulas correspondentes. Para resolvê-la, devemos primeiro lembrar que, quando um objeto é colocado sobre o centro de curvatura de um espelho côncavo, a imagem formada é real e tem o mesmo tamanho do objeto em questão. De acordo com o enunciado, isto é exatamente o que acontece quando um objeto é posicionado a 20 cm de um certo espelho côncavo. Portanto, podemos concluir que o raio de curvatura daquele espelho é  $r = 20$  cm.

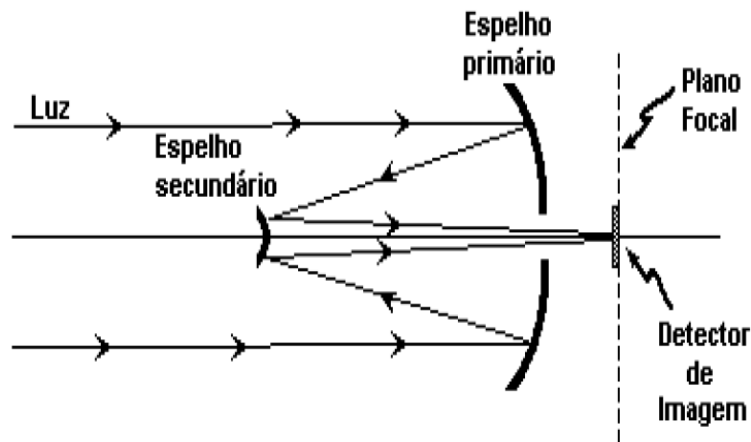
Sendo assim, podemos obter facilmente a distância focal  $f$  do espelho através da relação

$$f = \frac{r}{2}.$$

Ou seja,  $f = 10$  cm nesse caso. Logo, deslocar o objeto para uma distância de 10 cm do vértice do espelho em questão significa situá-lo exatamente sobre o foco principal. Nesse caso, como visto no texto sobre formação de imagens em espelhos esféricos, dizemos que a imagem é imprópria, o que é equivalente a dizer que ela se forma a uma distância infinita do espelho. Concluimos, então, que a resposta correta encontra-se na alternativa e).

2) (UFF) O telescópio refletor Hubble foi colocado em órbita terrestre de modo que, livre das distorções provocadas pela atmosfera, tem obtido imagens espetaculares do universo.

O Hubble é constituído por dois espelhos esféricos, conforme mostra a figura a seguir. O espelho primário é côncavo e coleta os raios luminosos oriundos de objetos muito distantes, refletindo-os em direção a um espelho secundário, convexo, bem menor que o primeiro. O espelho secundário, então, reflete a luz na direção do espelho principal, de modo que essa, passando por um orifício em seu centro, é focalizada em uma pequena região onde se encontram os detetores de imagem.



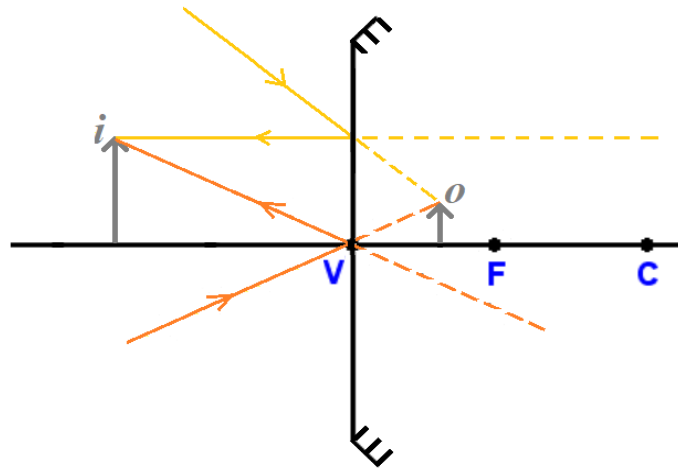
Com respeito a esse sistema óptico, pode-se afirmar que a imagem que seria formada pelo espelho primário é:

- a) virtual, e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser virtual;
- b) real, e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser virtual;
- c) virtual, e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real;
- d) real, e funciona como objeto virtual para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real;
- e) real, e funciona como objeto real para o espelho secundário, já que a imagem final tem que ser real.

**Solução:** Essa é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em espelhos esféricos e suas características, como discutido nas aulas correspondentes. Para resolvê-la, começamos analisando as alternativas. Percebemos que são pedidas, na verdade, três informações distintas:

- a característica da imagem formada pelo espelho primário (côncavo);
- a característica do ponto que funciona como objeto para o espelho secundário (convexo);
- a característica da imagem formada pelo espelho secundário (convexo).

Começemos de trás para a frente, analisando o terceiro item acima. Como a imagem final é formada pelo encontro dos raios luminosos no detector (e não de seus prolongamentos), concluímos que ela se trata de uma *imagem real*. Vimos no texto sobre formação de imagens em espelhos esféricos que a imagem de um objeto real conjugada por um espelho convexo era sempre virtual. Portanto, o ponto que funciona como objeto para o espelho secundário, assunto do item 2 acima, não pode ser real. De fato, a imagem de um *objeto virtual* (localizado atrás do espelho) formada por um espelho convexo será sempre real. A figura abaixo ilustra essa situação:



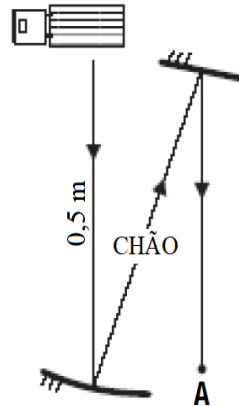
Finalmente, a imagem que seria formada pelo espelho primário, na ausência do espelho secundário, seria o resultado do encontro dos raios luminosos refletidos no espelho côncavo (e não de seus prolongamentos) e, portanto, é uma *imagem real*. Logo, a resposta correta encontra-se na alternativa **d**).

**3) (UFSCAR)** Utilizando um espelho esférico côncavo de raio de curvatura 2 m e um espelho plano, um caminhãozinho de brinquedo, colocado com suas rodinhas apoiadas sobre o chão a 0,5 m do espelho côncavo, é observado por uma pessoa posicionada no ponto A, conforme a montagem óptica esquematizada. Do mesmo ponto A, a pessoa também pode observar o caminhãozinho diretamente.

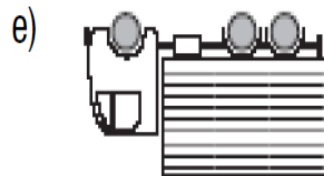
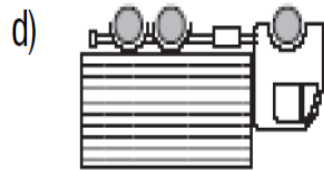
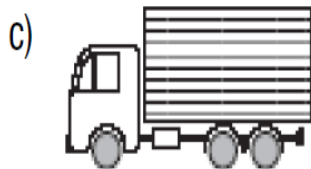
Imagem vista diretamente do ponto A (sem os espelhos)



Posições dos espelhos, caminhão e observador (vista superior)



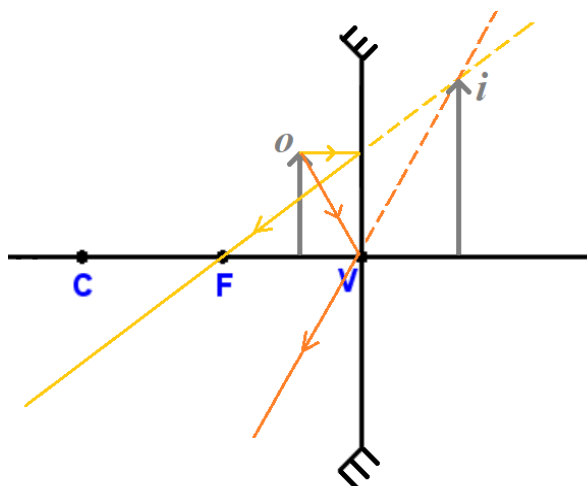
A imagem observada com o uso do arranjo de espelhos ideais, comparada à obtida diretamente pelo observador, está mais bem representada por



**Solução:** Essa é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em espelhos esféricos côncavos, como discutido nas aulas correspondentes. Para resolvê-la, devemos primeiro determinar a posição do objeto (caminhãozinho) em relação ao foco principal do espelho. De acordo com o enunciado, o raio de curvatura do espelho mede  $r = 2$  m. Logo, a distância focal  $f$  pode ser obtida a partir de

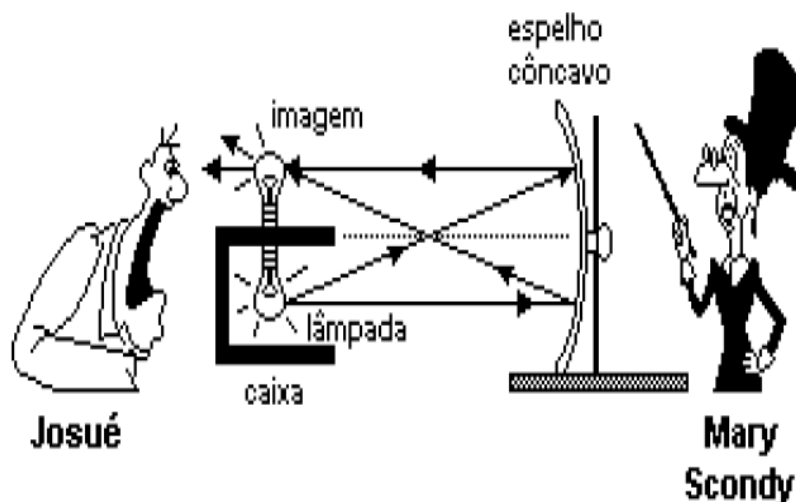
$$f = \frac{r}{2}$$

Ou seja,  $f = 1$  m, nesse caso. Ainda de acordo com o enunciado, a distância entre o objeto e o espelho mede 0,5 m. Como  $0,5 < 1$ , concluímos, assim, que o objeto está localizado entre o vértice e o foco principal do espelho côncavo. Vimos no texto sobre formação de imagens em espelhos esféricos que, nessa situação, a imagem formada pelo espelho côncavo é virtual, direita e maior que o objeto, como ilustrado na figura abaixo.



Sabemos que o espelho plano não afeta o tamanho da imagem, servindo, nesse caso, apenas para corrigir o enantiomorfismo. Assim, a imagem observada com o uso do arranjo de espelhos está mais bem representada na alternativa c).

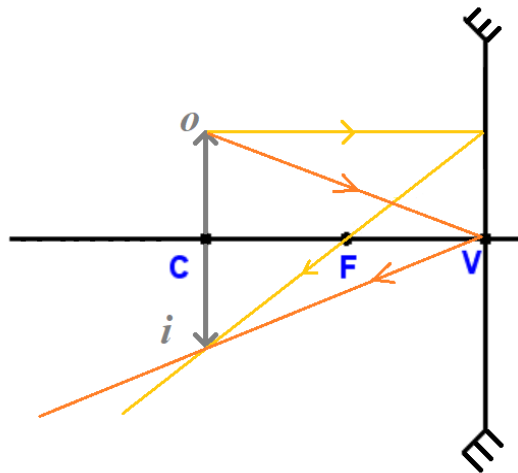
- 4) (UFRN) Mary Scandy, uma ilusionista amadora, fez a mágica conhecida como lâmpada fantasma. Instalou uma lâmpada incandescente no interior de uma caixa, aberta em um dos lados. A parte aberta da caixa estava voltada para a frente de um espelho côncavo, habilmente colocado para que a imagem da lâmpada pudesse ser formada na parte superior da caixa, conforme representado esquematicamente na figura abaixo. A lâmpada tinha uma potência de 40 W e inicialmente estava desligada. Quando Mary ligou o interruptor escondido, a lâmpada acendeu, e Josué, um dos espectadores, tomou um susto, pois viu uma lâmpada aparecer magicamente sobre a caixa.



Com base na figura e no que foi descrito, pode-se concluir que, ao ser ligada a lâmpada, ocorreu a formação de

- a) uma imagem real, e a potência irradiada era de 40 W.
- b) uma imagem real, e a potência irradiada era de 80 W.
- c) uma imagem virtual, e a potência irradiada era de 40 W.
- d) uma imagem virtual, e a potência irradiada era de 80 W.

**Solução:** Essa é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens em espelhos esféricos e suas características, como discutido nas aulas correspondentes. Para resolvê-la, basta notar que a figura mostra que a base da lâmpada está localizada no centro de curvatura do espelho côncavo. De fato, vimos no texto sobre formação de imagens em espelhos esféricos que, nessa situação, a imagem formada pelo espelho côncavo é *real*, *invertida* e *do mesmo tamanho* que o objeto, como ilustrado na figura abaixo.

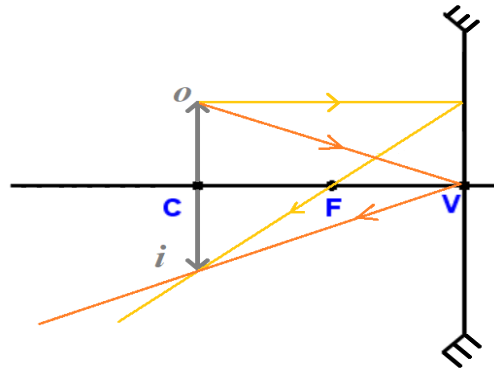


Finalmente, o espelho (suposto ideal) não tem nenhum efeito sobre a potência medida por Josué. Logo, a resposta correta encontra-se na alternativa a).

**5) (MACKENZIE)** A imagem de um objeto que está a 40 cm de um espelho esférico côncavo tem a mesma altura do objeto. Colocando o objeto a grande distância do espelho, sua imagem estará a:

- a) 20 cm do espelho.
- b) 30 cm do espelho.
- c) 40 cm do espelho.
- d) 50 cm do espelho.
- e) 60 cm do espelho.

**Solução:** Essa é uma questão de múltipla escolha que aborda a formação de imagens por espelhos esféricos. Para resolvê-la, poderíamos recorrer às equações advindas do estudo analítico de espelhos esféricos, como vimos no texto correspondente. Entretanto, como o enunciado traz uma situação muito especial, isso não é necessário. De fato, de acordo com o enunciado, a imagem produzida pelo espelho côncavo tem o mesmo tamanho que o objeto. Nós vimos que a única maneira de isso acontecer é se o objeto estiver exatamente sobre o centro de curvatura do espelho, como ilustra a figura abaixo.



Como, de acordo com o enunciado, o objeto está a 40 cm do espelho, concluímos que o raio de curvatura do espelho vale 40 cm.

Agora, colocando o objeto a uma distância muito grande do espelho, todos os raios luminosos que partem do objeto e atingem o espelho serão aproximadamente paralelos ao eixo principal, sendo, portanto, refletidos na direção do foco. Assim, nessa situação, a imagem é formada no foco do espelho côncavo. Como a distância focal é metade do raio de curvatura, concluímos que a imagem será formada a 20 cm do espelho, de modo que a resposta correta encontra-se na alternativa **a**).