

1. De acordo com a Óptica Geométrica e em relação aos espelhos, afirmar-se que a imagem conjugada através de um espelho:

- a) côncavo, de um objeto qualquer, é sempre de maior tamanho que o objeto.
- b) convexo, de um objeto real, é sempre de menor tamanho que o objeto.
- c) plano, de um objeto real, é sempre real de mesmo tamanho que o objeto.
- d) convexo, de um objeto real, é sempre de maior tamanho que o objeto.

2. Em uma animação do Tom e Jerry, o camundongo Jerry se assusta ao ver sua imagem em uma bola de Natal cuja superfície é refletora, como mostra a reprodução abaixo.

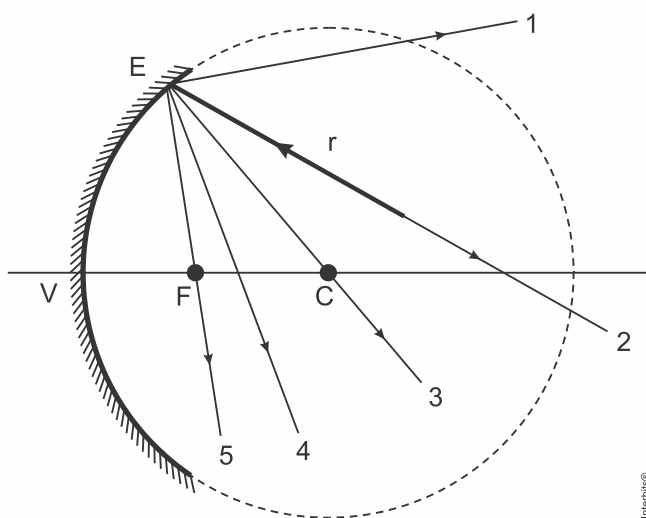


(Adaptado de [https://www.youtube.com/watch?v=RtZYfTr7D\\_o](https://www.youtube.com/watch?v=RtZYfTr7D_o).  
Acessado em 25/10/2016.)

É correto afirmar que o efeito mostrado na ilustração não ocorre na realidade, pois a bola de Natal formaria uma imagem:

- a) virtual ampliada.
- b) virtual reduzida.
- c) real ampliada.
- d) real reduzida.

3. Na figura abaixo, ilustra-se um espelho esférico côncavo E e seus respectivos centro de curvatura (C), foco (F) e vértice (V). Um dos infinitos raios luminosos que incidem no espelho tem sua trajetória representada por r. As trajetórias de 1 a 5 se referem a possíveis caminhos seguidos pelo raio luminoso refletido no espelho.

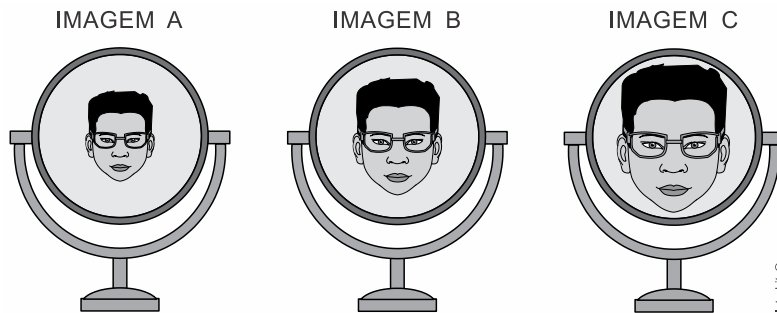


O número que melhor representa a trajetória percorrida pelo raio r, após refletir no espelho E, é:

- a) 1

- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5

4. Quando entrou em uma ótica para comprar novos óculos, um rapaz deparou-se com três espelhos sobre o balcão: um plano, um esférico côncavo e um esférico convexo, todos capazes de formar imagens nítidas de objetos reais colocados à sua frente. Notou ainda que, ao se posicionar sempre a mesma distância desses espelhos, via três diferentes imagens de seu rosto, representadas na figura a seguir.



Em seguida, associou cada imagem vista por ele a um tipo de espelho e classificou-as quanto às suas naturezas.

Uma associação correta feita pelo rapaz está indicada na alternativa:

- a) o espelho A é o côncavo e a imagem conjugada por ele é real.
- b) o espelho B é o plano e a imagem conjugada por ele é real.
- c) o espelho C é o côncavo e a imagem conjugada por ele é virtual.
- d) o espelho A é o plano e a imagem conjugada por ele é virtual.
- e) o espelho C é o convexo e a imagem conjugada por ele é virtual.

5. Um objeto real é colocado perpendicularmente ao eixo principal de um espelho esférico convexo. Nota-se que, nesse caso, a altura da imagem virtual é  $i_1$ . Em seguida, o mesmo objeto é aproximado do espelho, formando uma nova imagem com altura  $i_2$ .

Quando se traz para mais perto o objeto, a imagem se:

- a) aproxima do espelho, sendo  $i_1 < i_2$ .
- b) aproxima do espelho, sendo  $i_1 > i_2$ .
- c) afasta do espelho sendo  $i_1 = i_2$ .
- d) afasta do espelho sendo  $i_1 < i_2$ .

6. “Tentando se equilibrar sobre a dor e o susto, Salinda contemplou-se no espelho. Sabia que ali encontraria a sua igual, bastava o gesto contemplativo de si mesma”.

Um espelho, mais do que refletir imagens, leva-nos a refletir. Imagens reais, imagens virtuais. Imagens. Do nosso exterior e do nosso interior.

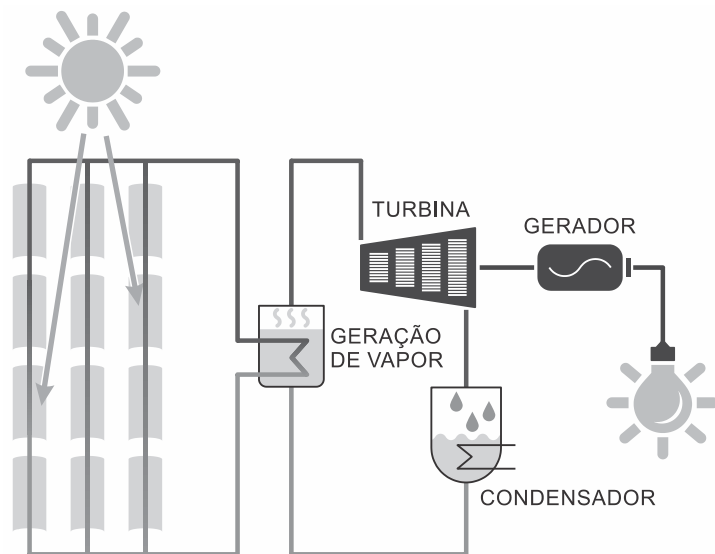
Salinda contemplou-se diante de um espelho e não se viu igual, mas menor. Era a única alteração vista na sua imagem. Uma imagem menor.

Diante disso, podemos afirmar que o espelho onde Salinda viu sua imagem refletida poderia ser:

- a) Convexo.
- b) Plano.
- c) Convexo ou plano, dependendo da distância.
- d) Côncavo, que pode formar todo tipo de imagem.

7. Uma usina heliotérmica é muito parecida com uma usina termoelétrica. A diferença é que, em vez de usar carvão ou gás como combustível, utiliza o calor do sol para gerar eletricidade. A usina heliotérmica capta o calor fornecido pelo sol e os direciona para uma tubulação, conforme mostra o esquema abaixo. Nessa tubulação encontra-se um fluido que, ao ser

aquecido, movimenta uma turbina que, por sua vez, gera eletricidade.



Fonte: <http://energiaheliotermica.gov.br/pt-br/energia-heliotermica/como-funciona>

O melhor dispositivo para captação da energia solar e envio para a tubulação será:

- a) lente divergente.
- b) espelho esférico convexo.
- c) espelho plano.
- d) lente convergente.
- e) espelho esférico côncavo.

8. Um objeto está à frente de um espelho e tem sua imagem aumentada em quatro vezes e projetada em uma tela que está a 2,4 m do objeto, na sua horizontal. Que tipo de espelho foi utilizado e qual o seu raio de curvatura?

- a) Côncavo; 64 cm.
- b) Côncavo; 36 cm.
- c) Côncavo; 128 cm.
- d) Convexo; -128 cm.
- e) Convexo; -64 cm.

9. Um jovem odontólogo, desejando montar um consultório, sai em busca de bons equipamentos por um preço que caiba em seu bolso. Diante da diversidade de instrumentos, pede orientação a um colega físico sobre qual tipo de instrumento óptico comprar para visualizar com maiores detalhes os dentes dos seus futuros pacientes. Irá atender às necessidades do dentista:

- a) um espelho plano, por ser um material de produção em grande escala, seu valor é mais barato e o mesmo é capaz de produzir aumentos superiores a três vezes.
- b) um espelho convexo, pois funciona como uma lupa, produzindo imagens ampliadas de ótima qualidade independentemente da posição do dente do paciente.
- c) uma lente divergente, já que a mesma produz o maior tipo de aumento. No entanto, a posição do dente deve estar entre o foco e o centro óptico da lente para conseguir uma ampliação satisfatória.
- d) um espelho côncavo, pois uma vez que coloque o dente do paciente entre o foco e o vértice desse espelho, a imagem produzida será maior, virtual e direita.
- e) uma lente multifocal. Assim, independentemente da posição em que se encontra o dente em relação ao espelho, a ampliação será satisfatória.

10. Determine o raio de curvatura, em cm, de um espelho esférico que obedece às condições de nitidez de Gauss e que conjuga de um determinado objeto uma imagem invertida, de tamanho igual a  $1/3$  do tamanho do objeto e situada sobre o eixo principal desse espelho.

Sabe-se que distância entre a imagem e o objeto é de 80 cm.

- a) 15
- b) 30
- c) 60
- d) 90

11. Os próximos jogos Olímpicos, neste ano, acontecerão no Brasil, em julho, mas a tocha olímpica já foi acesa, em frente ao templo de Hera, na Grécia, usando-se um espelho parabólico muito próximo de um espelho esférico de raio  $R$ , que produz o mesmo efeito com um pouco menos de eficiência. Esse tipo de espelho, como o da figura (imagem divulgada em toda a imprensa internacional e nacional), consegue acender um elemento inflamável, usando a luz do sol.



Fonte: <http://www.rio2016.com/en/news/rio-2016-torch-relay-to-write-new-chapter-in-olympic-history>

Pode-se afirmar que o elemento inflamável acende devido ao fato de esse tipo de espelho:

- a) refletir os raios do sol, dispersando-os.
- b) refletir mais luz que os espelhos planos.
- c) refletir os raios do sol, concentrando-os.
- d) absorver bastante a luz do sol.
- e) transmitir integralmente a luz do sol.

12. Um objeto linear é colocado diante de um espelho côncavo, perpendicularmente ao eixo principal. Sabe-se que a distância do objeto ao espelho é quatro vezes maior que a distância focal do espelho. A imagem conjugada por este espelho é:

- a) virtual, invertida e maior que o objeto.
- b) virtual, direita, e menor que o objeto.
- c) real, invertida, menor que o objeto.
- d) real, direita e maior que o objeto.

13. As afirmações a seguir referem-se à formação de imagens em espelhos esféricos.

I. Uma imagem real é obtida quando acontece a intersecção dos raios luminosos refletidos por um espelho.

II. Um espelho convexo não forma, em nenhuma situação, uma imagem real.

III. A imagem real formada por um espelho convexo de um objeto colocado à sua frente é sempre de maior tamanho do que o do objeto.

IV. Independentemente da posição do objeto colocado à frente de um espelho convexo, ter-se-á sempre uma imagem maior do que o objeto.

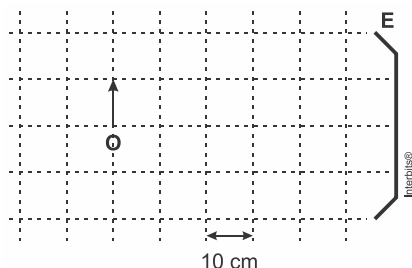
Está correto apenas o que se afirma em:

- a) I e II.
- b) II e III.
- c) I, II e IV.
- d) II e IV.
- e) II, III e IV.

14. Uma vela acesa foi colocada a uma distância  $p$  do vértice de um espelho esférico côncavo de 1,0 m de distância focal. Verificou-se que o espelho projetava em uma parede uma imagem da chama desta vela, ampliada 5 vezes. O valor de  $p$ , em cm, é:

- a) 60.
- b) 90.
- c) 100.
- d) 120.
- e) 140.

15. Observe a figura abaixo.



Na figura, E representa um espelho esférico côncavo com distância focal de 20cm, e O, um objeto extenso colocado a 60cm do vértice do espelho.

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

A imagem do objeto formada pelo espelho é \_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ e situa-se a \_\_\_\_\_ do vértice do espelho.

- a) real – direita – 15cm
- b) real – invertida – 30cm
- c) virtual – direita – 15cm
- d) virtual – invertida – 30cm
- e) virtual – direita – 40cm

16. Uma garota encontra-se diante de um espelho esférico côncavo e observa que a imagem direita de seu rosto é ampliada duas vezes. O rosto da garota só pode estar:

- a) entre o centro de curvatura e o foco do espelho côncavo.
- b) sobre o centro de curvatura do espelho côncavo.
- c) entre o foco e o vértice do espelho côncavo.
- d) sobre o foco do espelho côncavo.
- e) antes do centro de curvatura do espelho côncavo.

17. Um salão de beleza projeta instalar um espelho que aumenta 1,5 vezes o tamanho de uma pessoa posicionada em frente a ele. Para o aumento ser possível e a imagem se apresentar direita (direta), a pessoa deve se posicionar, em relação ao espelho:

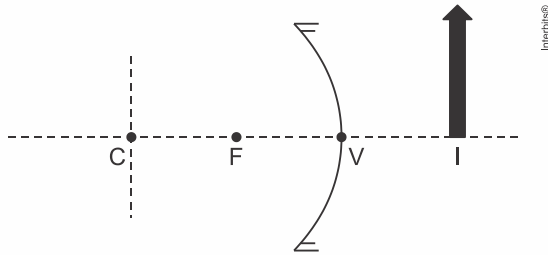
- a) antes do centro de curvatura.
- b) no centro de curvatura.
- c) entre o centro de curvatura e o foco.
- d) no foco.
- e) entre o foco e o vértice do espelho.

18. O uso de espelhos retrovisores externos convexos em automóveis é uma determinação de segurança do governo americano desde 1970, porque:

- a) a imagem aparece mais longe que o objeto real, com um aumento do campo visual, em relação ao de um espelho plano.
- b) a distância da imagem é a mesma que a do objeto real em relação ao espelho, com aumento do campo visual, em relação ao de um espelho plano.

- c) a imagem aparece mais perto que o objeto real, com um aumento do campo visual, em relação ao de um espelho plano.
- d) a imagem aparece mais longe que o objeto real, com uma redução do campo visual, em relação ao de um espelho plano.
- e) a distância da imagem é maior que a do objeto real em relação ao espelho, sem alteração do campo visual, quando comparado ao de um espelho plano.

19. Espelhos esféricos côncavos são comumente utilizados por dentistas porque, dependendo da posição relativa entre objeto e imagem, eles permitem visualizar detalhes precisos dos dentes do paciente. Na figura abaixo, pode-se observar esquematicamente a imagem formada por um espelho côncavo. Fazendo uso de raios notáveis, podemos dizer que a flecha que representa o objeto:



C: Centro de curvatura  
 F: Foco  
 V: Vértice  
 I: Imagem

- a) se encontra entre F e V e aponta na direção da imagem.
- b) se encontra entre F e C e aponta na direção da imagem.
- c) se encontra entre F e V e aponta na direção oposta à imagem.
- d) se encontra entre F e C e aponta na direção oposta à imagem.

20. Na madrugada do dia 15 de abril de 2014, os olhares dos latino-americanos voltaram-se para o céu, no qual era possível observar o alinhamento entre Sol, Terra e Lua, formando o eclipse lunar conhecido por “Lua Vermelha”. Astrônomos e observadores amadores direcionaram telescópios para visualizar o fenômeno. Considerando a utilização de um telescópio do tipo refletor, é correto afirmar que a imagem final do objeto estelar que se apresenta aos olhos do observador tem as seguintes características:

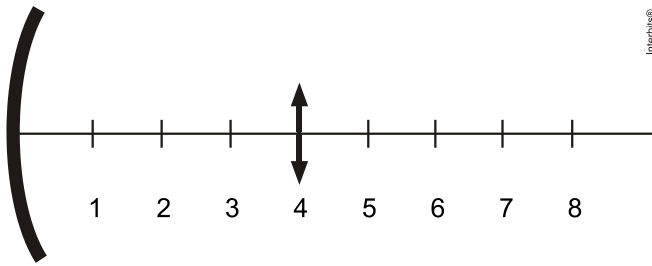
- a) real e invertida.
- b) real e direita.
- c) virtual e invertida.
- d) virtual e direita.
- e) virtual e maior.

21. Muitos profissionais precisam de espelhos em seu trabalho. Porteiros, por exemplo, necessitam de espelhos que lhes permitem ter um campo visual maior, ao passo que dentistas utilizam espelhos que lhes fornecem imagens com maior riqueza de detalhes.

Os espelhos mais adequados para esses profissionais são, respectivamente, espelhos:

- a) planos e côncavos.
- b) planos e convexos.
- c) côncavos e convexos.
- d) convexos e côncavos.

22. A figura a seguir mostra um espelho côncavo e diversas posições sobre o seu eixo principal. Um objeto e sua imagem, produzida por este espelho, são representados pelas flechas na posição 4.



O foco do espelho está no ponto identificado pelo número:

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 8

23. Um objeto foi colocado sobre o eixo principal de um espelho côncavo de raio de curvatura igual a 6,0 cm. A partir disso, é possível observar que uma imagem real foi formada a 12,0 cm de distância do vértice do espelho. Dessa forma, é correto afirmar que o objeto encontra-se a uma distância do vértice do espelho igual a:

- a) 2,0 cm
- b) 4,0 cm
- c) 5,0 cm
- d) 6,0 cm
- e) 8,0 cm

24. O sistema óptico encontrado no farol de um automóvel é constituído por um espelho côncavo e uma lâmpada posicionada sobre o seu eixo de simetria. Considerando-se que o feixe de luz proveniente desse farol seja divergente, a posição da lâmpada deve ser:

- a) sobre a posição focal.
- b) entre o vértice e a posição focal.
- c) entre a posição focal e o centro de curvatura.
- d) após o centro de curvatura.
- e) sobre a posição do centro de curvatura.

25. A tecnologia dos raios laser é utilizada em inúmeras aplicações industriais, tais como o corte de precisão, a soldagem e a medição de grandes distâncias. Guardadas suas características especiais, o laser pode sofrer absorção, reflexão e refração, como qualquer outra onda do espectro luminoso.

Sobre esses fenômenos da luz, é correto afirmar que um feixe de laser:

- a) ao atravessar do ar para outro meio, muda a direção original de propagação, para qualquer que seja o ângulo de incidência.
- b) ao atravessar da água para o vácuo, propaga-se com velocidade maior na água e, por esse motivo, a água é considerada um meio menos refringente que o vácuo.
- c) ao se propagar em direção à superfície refletora de um espelho convexo, paralelamente ao seu eixo principal, reflete-se passando pelo foco desse espelho.
- d) ao se propagar em direção à superfície refletora de um espelho côncavo, paralelamente ao seu eixo principal, reflete-se passando pelo foco desse espelho.
- e) ao se propagar em direção à superfície refletora de um espelho côncavo, incidindo no centro de curvatura do espelho, reflete-se passando pelo foco desse espelho.

26. Um objeto que se encontra em frente a um espelho côncavo, além do seu centro de curvatura, passa a se movimentar em linha reta de encontro ao vértice do mesmo. Sobre a natureza da imagem produzida pelo espelho, é correto afirmar que é:

- a) real durante todo o deslocamento.
- b) real no trajeto em que antecede o foco.
- c) imprópria quando o objeto estiver sobre o centro de curvatura.
- d) virtual somente no instante em que o objeto estiver sobre o foco.

27. A figura de Escher, “Mão com uma esfera espelhada”, apresentada a seguir, foi usada

para revisar propriedades dos espelhos esféricos. Então, preencha as lacunas.



Mão com uma esfera espelhada, de Maurits Escher

A imagem na esfera espelhada é \_\_\_\_\_; nesse caso, os raios que incidem no espelho são \_\_\_\_\_ numa direção que passa pelo \_\_\_\_\_ principal, afastando-se do \_\_\_\_\_ principal do espelho.

A sequência correta é:

- a) virtual – refletidos – foco – eixo.
- b) real – refratados – eixo – foco.
- c) virtual – refletidos – eixo – eixo.
- d) real – refletidos – eixo – foco.
- e) virtual – refratados – foco – foco.

28. Um espelho esférico côncavo tem distância focal ( $f$ ) igual a 20 cm. Um objeto de 5 cm de altura é colocado de frente para a superfície refletora desse espelho, sobre o eixo principal, formando uma imagem real invertida e com 4 cm de altura. A distância, em centímetros, entre o objeto e a imagem é de:

- a) 9
- b) 12
- c) 25
- d) 45
- e) 75

29. Os espelhos retrovisores, que deveriam auxiliar os motoristas na hora de estacionar ou mudar de pista, muitas vezes causam problemas. É que o espelho retrovisor do lado direito, em alguns modelos, distorce a imagem, dando a impressão de que o veículo está a uma distância maior do que a real.

Este tipo de espelho, chamado convexo, é utilizado com o objetivo de ampliar o campo visual do motorista, já que no Brasil se adota a direção do lado esquerdo e, assim, o espelho da direita fica muito mais distante dos olhos do condutor.

Sabe-se que, em um espelho convexo, a imagem formada está mais próxima do espelho do que este está do objeto, o que parece estar em conflito com a informação apresentada na reportagem. Essa aparente contradição é explicada pelo fato de:

- a) a imagem projetada na retina do motorista ser menor do que o objeto.
- b) a velocidade do automóvel afetar a percepção da distância.
- c) o cérebro humano interpretar como distante uma imagem pequena.
- d) o espelho convexo ser capaz de aumentar o campo visual do motorista.
- e) o motorista perceber a luz vinda do espelho com a parte lateral do olho.



30. Um palito de fósforo, de 8 cm de comprimento, é colocado a 80 cm de distância de um espelho esférico convexo. A imagem do palito possui comprimento de 1,6 cm e a mesma orientação deste. Pode-se concluir que o valor absoluto da distância focal do espelho vale:

- a) 10 cm
- b) 20 cm
- c) 30 cm
- d) 40 cm
- e) 50 cm

Gabarito:

Resposta da questão 1:  
[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.

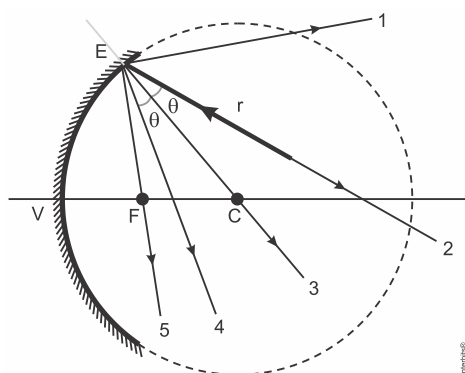
[D] Falsa. O espelho convexo nos fornece imagens menores.

Resposta da questão 2:  
[B]

A superfície da bola de Natal comporta-se como um espelho esférico convexo. Como Jerry é um objeto real, sua imagem conjugada pela bola seria: virtual, direita e reduzida, entre a superfície da bola e o seu centro.

Resposta da questão 3:  
[D]

Esta questão envolve conhecimentos de fundamentos de óptica, com relação à reflexão em espelhos quaisquer, que nos diz que o raio refletido sempre terá o mesmo ângulo de incidência em relação à reta normal. O raio incidente  $r$  está deslocado em relação à reta normal no ponto de incidência no espelho, representada pela reta que passa pelo centro (C) e o ângulo entre elas nos revela o trajeto da luz refletida e tem o mesmo ângulo entre a reta normal, sendo, portanto a reta 4, conforme representação na figura abaixo.



Resposta da questão 4:  
[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:

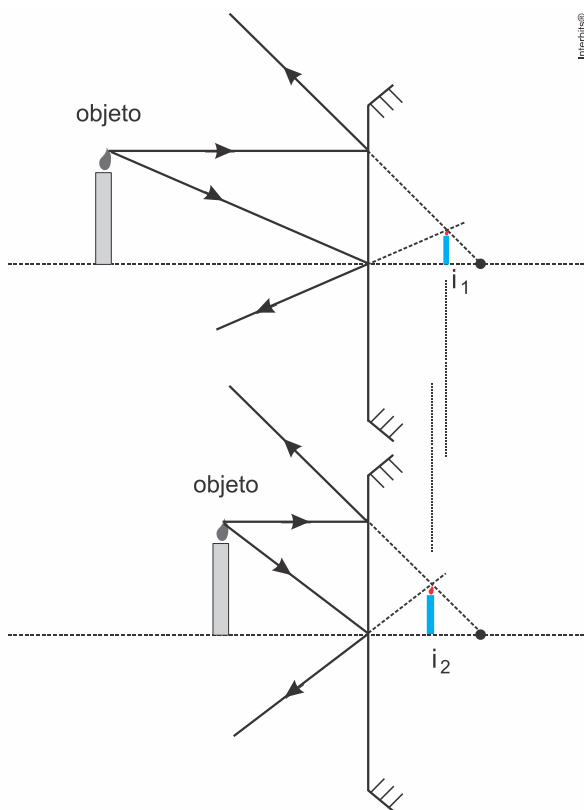
Espelho A → convexo, pois a imagem é virtual direita e menor.

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 5:  
[A]

A figura ilustra a situação proposta.



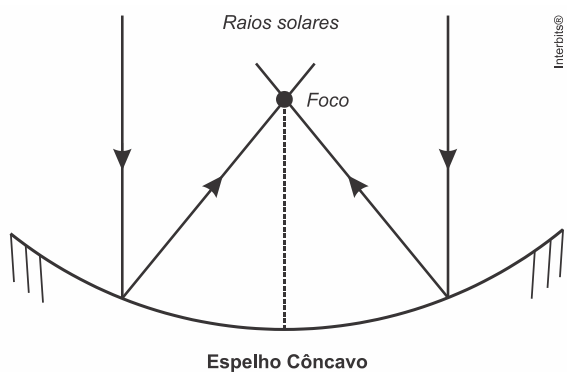
Essa figura mostra que quando um objeto real se aproxima do vértice de um espelho esférico convexo, sua imagem virtual também se aproxima do espelho e aumenta de tamanho ( $i_1 < i_2$ ).

Resposta [A] da questão 6:

Sendo a única alteração da imagem de Salinda diante do espelho a redução do seu tamanho, ela está diante de um espelho convexo. O espelho côncavo daria uma imagem invertida e real além de menor e o espelho plano daria uma imagem de mesma altura.

Resposta [E] da questão 7:

O melhor dispositivo para captação é um espelho esférico côncavo, pois os raios solares, praticamente paralelos, que atingem a sua superfície refletem pelo foco, por onde deve passar a tubulação. A figura abaixo ilustra a situação.



Resposta [C] da questão 8:

O tipo de espelho esférico é facilmente determinado, pois a única imagem do espelho convexo é do tipo menor, direita e virtual, portanto o espelho é côncavo.

Para saber o raio de curvatura, usamos a equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

Em que:

f = distância focal = metade do raio de curvatura do espelho;

d<sub>i</sub> = distância da imagem (no caso este valor é positivo, pois a imagem foi projetada, portanto, real);

d<sub>o</sub> = distância do objeto ao vértice do espelho.

Além disso, necessitamos utilizar a equação do aumento linear, que é dada por:

$$A = \frac{|i|}{o} = \frac{|d_i|}{d_o}$$

Onde:

i = tamanho da imagem em módulo;

o = tamanho do objeto.

Da equação de aumento, obtemos a seguinte relação entre d<sub>i</sub> e d<sub>o</sub> :

$$d_i = 4 \cdot d_o$$

Mas, nos foi fornecido a distância entre o objeto e a imagem, logo:

$$d_i - d_o = 2,4 \text{ m} \Rightarrow 4d_o - d_o = 2,4 \text{ m} \therefore d_o = 0,8 \text{ m}$$

Substituindo na equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{4d_o} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{5}{4d_o} \Rightarrow f = \frac{4d_o}{5} = \frac{4 \cdot 0,8 \text{ m}}{5} \therefore f = 0,64 \text{ m} = 64 \text{ cm}$$

Como o raio é o dobro do foco:

$$R = 2 \cdot 64 \text{ cm} \therefore R = 128 \text{ cm}$$

Resposta da questão 9:  
[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 10:  
[C]

Da informação do problema, sabe-se que sendo a imagem invertida, estamos diante de um espelho côncavo, e que:

$$d_o - d_i = 80 \text{ cm} \quad (1)$$

Da relação de aumento transversal em módulo:

$$A = \frac{d_i}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{3} = \frac{d_i}{d_o} \therefore d_o = 3 d_i \quad (2)$$

Substituindo (2) em (1):

$$3 d_i - d_i = 80 \text{ cm} \therefore d_i = 40 \text{ cm} \text{ e } d_o = 120 \text{ cm}$$

Aplicando esses valores na equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{40} + \frac{1}{120} \therefore f = 30 \text{ cm}$$

Logo, o raio de curvatura é:

$$R = 2f \therefore R = 60 \text{ cm}$$

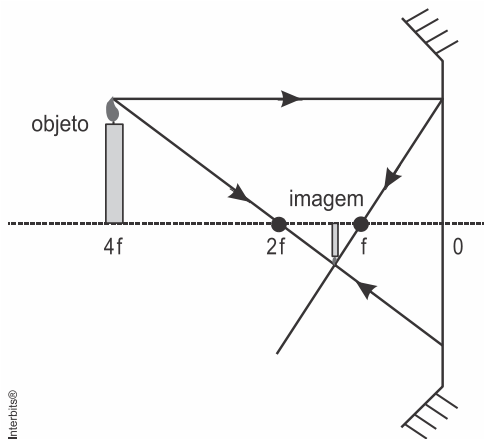
Resposta da questão 11:  
[C]

O espelho parabólico reflete os raios solares para um mesmo ponto (foco), onde toda energia refletida é concentrada.

Resposta da questão 12:  
[C]

### Resolução Gráfica

A figura mostra o objeto posicionado de acordo com o enunciado. Nota-se que a imagem é real, invertida e menor que o objeto.



### Resolução Analítica

Aplicando a equação de Gauss para espelhos esféricos, tem-se:

$$\frac{1}{p'} = \frac{1}{f} - \frac{1}{p} \Rightarrow p' = \frac{pf}{p-f} \Rightarrow p' = \frac{4ff}{4f-f} = \frac{4f^2}{3f} \Rightarrow p' = \frac{+4f}{3}. (p' > 0 \Rightarrow \text{Imagem real})$$

Da equação do aumento linear transversal:

$$A = \frac{f}{f-p} = \frac{f}{f-4f} = \frac{f}{-3f} \Rightarrow A = \frac{-1}{3}. \begin{cases} A < 0 \Rightarrow \text{Imagem invertida} \\ |A| = \frac{1}{3} \Rightarrow \text{Imagem três vezes menor} \end{cases}$$

Portanto, a imagem é real, invertida e 3 vezes menor que o objeto.

Resposta da questão 13:  
[A]

[I] Verdadeira. Toda imagem real pode ser projetada em uma tela, para tanto deve estar fora do espelho o que necessita de raios refletidos.

[II] Verdadeira. O espelho convexo somente possui um tipo de imagem: virtual, menor e direita.

[III] Falsa. Um espelho convexo não forma imagem real como visto anteriormente.

[IV] Falsa. Num espelho convexo a imagem é sempre menor.

Resposta da questão 14:  
[D]

Por ser uma imagem que será projetada, é direto perceber que se trata de uma imagem real. Em um espelho esférico côncavo, quando a imagem é real, ela será invertida. Diante disto, a amplitude será de  $A = -5$ .

Diante disto,

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

$$-5 = \frac{-p'}{p}$$

$$p' = 5p$$

Utilizando a equação de Gauss para espelhos, temos que:

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

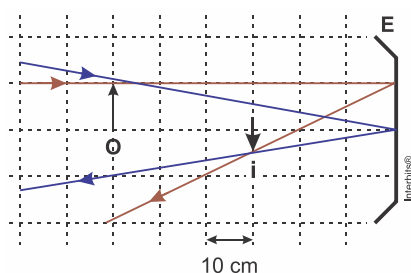
$$\frac{1}{1} = \frac{1}{p} + \frac{1}{5 \cdot p}$$

$$1 = \frac{6}{5p}$$

$$p = 1,2 \text{ m} \therefore p = 120 \text{ cm}$$

Resposta [B] da questão 15:

Fazendo a construção da imagem para o objeto além do centro de curvatura do espelho, obtemos uma imagem real, invertida e menor conforme a figura abaixo:



Observa-se também, que a distância da imagem ao vértice do espelho é de 30 cm, que pode ser comprovada pela equação de Gauss:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{d_o}$$

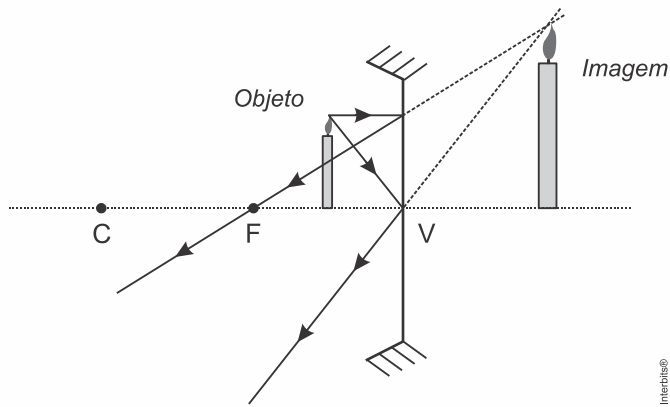
sendo:

$$f = 20 \text{ cm e } d_o = 60 \text{ cm.}$$

$$\frac{1}{20} = \frac{1}{d_i} + \frac{1}{60} \Rightarrow \frac{1}{20} - \frac{1}{60} = \frac{1}{d_i} \therefore d_i = 30 \text{ cm}$$

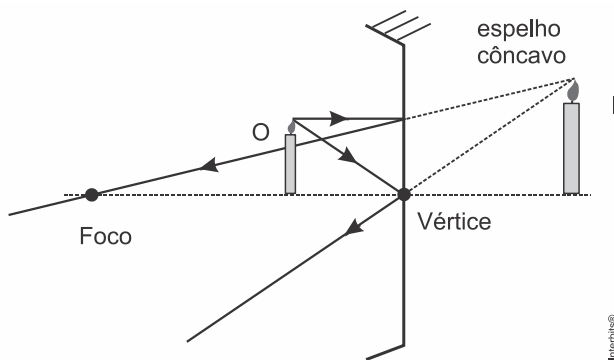
Resposta [C] da questão 16:

No espelho esférico côncavo, para que a imagem seja virtual direita e maior, o objeto deve estar entre o foco e o vértice do espelho, como ilustra o esquema.



Resposta [E] da questão 17:

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.

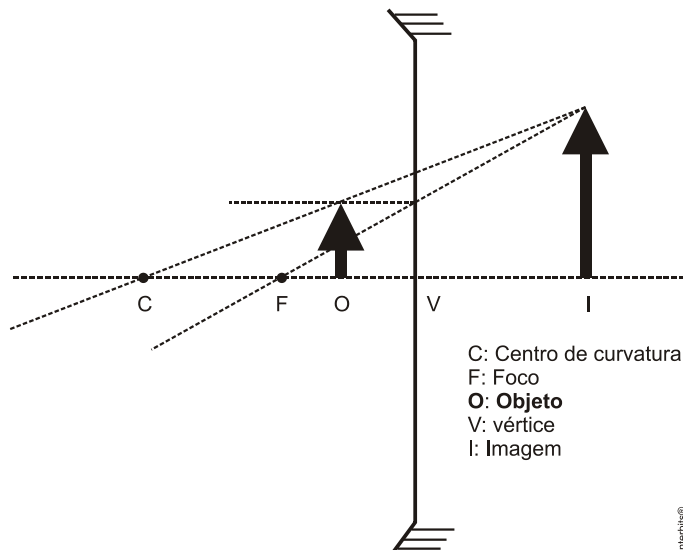


Resposta [C] da questão 18:

No espelho esférico convexo a imagem de um objeto real é sempre virtual, direita e menor, situada entre o foco e o vértice. O fato de a imagem ser menor amplia o campo visual. Esse fato também dá a falsa sensação de que a imagem está mais longe que o objeto.

Resposta [A] da questão 19:

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



Resposta da questão 20:  
[A]

Num telescópio refletor, a imagem de um objeto muito distante (objeto impróprio) forma-se no foco, é real e invertida.

Resposta da questão 21:  
[D]

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

Resposta da questão 22:  
[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 23:  
[B]

Dados:  $R = 6 \text{ cm}$ ;  $p' = 12 \text{ cm}$ .

A distância focal do espelho é:

$$f = \frac{R}{2} = \frac{6}{2} \Rightarrow f = 3 \text{ cm}.$$

Aplicando a equação dos pontos conjugados:



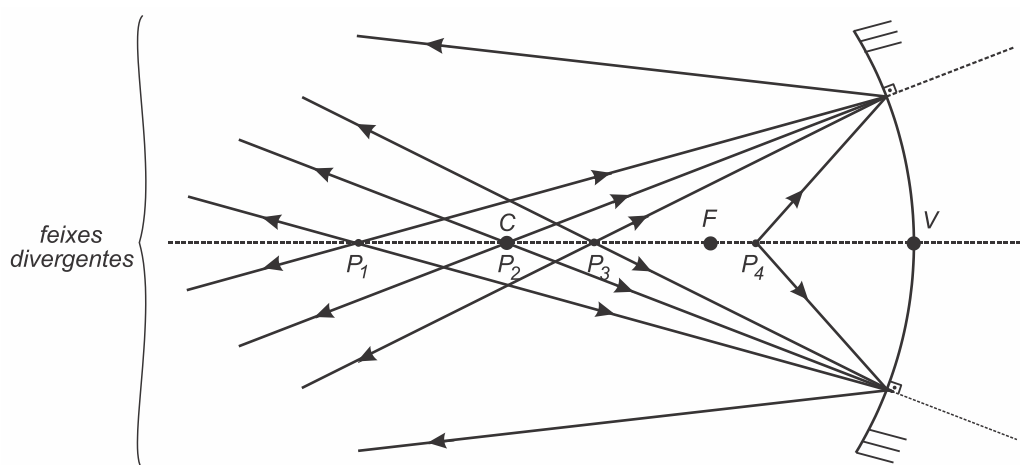
$$\frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{f} \Rightarrow p = \frac{p' f}{p' - f} = \frac{12 \cdot 3}{12 - 3} = \frac{36}{9} \Rightarrow$$

$$p = 4 \text{ cm.}$$

Resposta da questão 24:  
[B]

A questão é delicada, pois todo feixe convergente, após a interseção dos raios, torna-se divergente. É o que ocorreria se a lâmpada fosse colocada antes do foco, em qualquer dos pontos,  $P_1$ ,  $P_2$  ou  $P_3$ , como ilustra a figura. Isso faria corretas as alternativas [C], [D] e [E].

Na prática, isso é inconveniente, pois tornaria o farol mais longo. É mais econômico e estético o posicionamento da lâmpada entre o vértice e a posição focal, em  $P_4$ , como mostra a figura. Então, para não polemizar, ficamos com a alternativa [B].



Em qualquer dos pontos,  $P_1$ ,  $P_2$ ,  $P_3$  ou  $P_4$ , em que a lâmpada for posicionada, o feixe proveniente do farol será divergente.

Interbis®

Resposta da questão 25:  
[D]

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

Resposta da questão 26:  
[B]

Para um objeto real e um espelho esférico côncavo gaussiano, temos:

- objeto no infinito (impróprio) → imagem no foco;
- objeto antes do centro → imagem real, invertida e menor;
- objeto o centro e o foco → imagem real, invertida e maior;
- objeto no foco → imagem imprópria;
- objeto entre o foco e o vértice → imagem virtual, direita e maior.

Resposta da questão 27:  
[A]

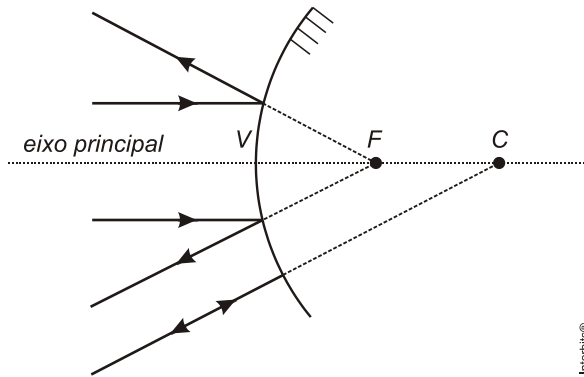
Observação: há uma falha no enunciado. Para que a resposta seja a do gabarito oficial [A], o enunciado deveria ser:

“A imagem na esfera espelhada é \_\_\_\_\_; nesse caso, os raios que incidem no espelho paralelamente ao eixo principal são \_\_\_\_\_ numa direção que passa pelo \_\_\_\_\_

principal, afastando-se do \_\_\_\_\_ principal do espelho.”

A superfície espelhada da esfera é convexa, conjugando para um objeto real uma imagem virtual direita e menor.

Os raios que incidem paralelamente ao eixo principal são refletidos numa direção que passa pelo foco principal, afastando-se do eixo principal do espelho, como indica a figura. Convém notar que um raio que incide não paralelo ao eixo principal não reflete pelo foco principal, como também mostra a figura.



Resposta da questão 28:  
[A]

$$\left| \frac{p'}{p} \right| = \frac{4}{5} \rightarrow p' = \frac{4p}{5}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \rightarrow \frac{1}{20} = \frac{1}{p} + \frac{5}{4p} = \frac{9}{4p} \rightarrow p = 45\text{cm}$$

$$p' = \frac{4 \times 45}{5} = 36\text{cm}$$

$$D_{O/I} = 45 - 36 = 9\text{cm}.$$

Resposta da questão 29:  
[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 30:  
[B]

Dados:  $h = 8\text{ cm}$ ;  $p = 80\text{ cm}$ ;  $h' = 1,6\text{ cm}$ .

O enunciado não informa como está disposto o palito. Supondo que ele tenha sido colocado sobre o eixo principal, perpendicularmente a esse, temos:

$$\frac{h'}{h} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{1,6}{8} = -\frac{p'}{80} \Rightarrow p' = -16\text{ cm}.$$

$$f = \frac{p p'}{p + p'} = \frac{80 (-16)}{80 - 16} = \frac{-80}{4} = -20 \text{ cm} \Rightarrow$$

$$|f| = 20 \text{ cm.}$$