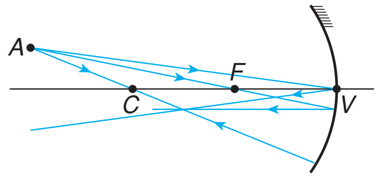
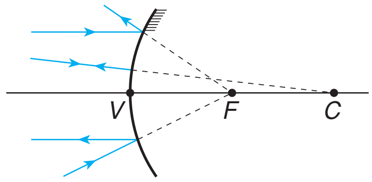
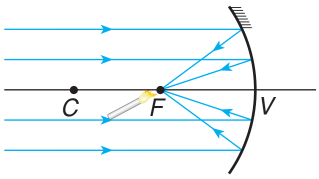
P.257



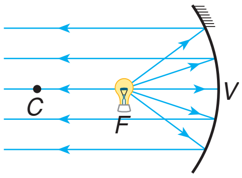
P.258



P.259 O pavio da vela deve ser colocado no foco principal *F*:



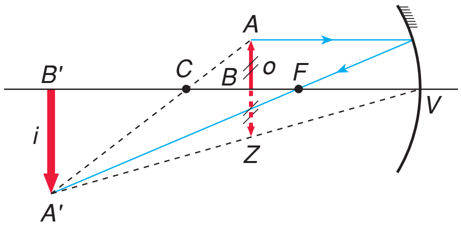
P.260 O espelho a ser utilizado é o côncavo. O filamento da lâmpada deve estar no foco principal *F*:



P.261 a) O espelho esférico é côncavo, pois objeto e imagem são reais.

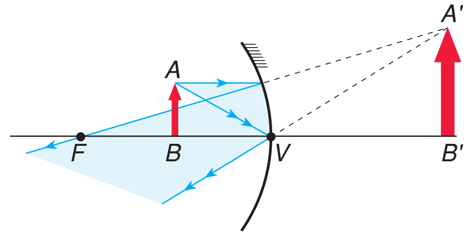
b) O vértice *V* foi obtido unindo-se o extremo *A'* da imagem com o extremo *Z* do objeto invertido.

O centro *C* foi obtido ligando-se os extremos *A* e *A'* do objeto e da imagem.

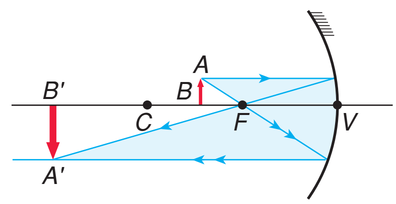


O foco *F* foi obtido traçando-se pelo extremo *A* do objeto um raio paralelo ao eixo principal. O raio refletido passa pelo extremo *A'* da imagem e determina, no eixo principal, o foco *F*.

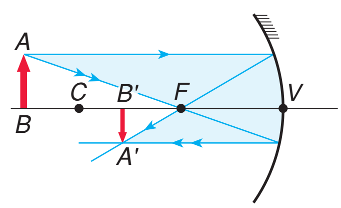
P.262 (1) Objeto entre F e V $\rightarrow$ (III) Imagem virtual, direita e maior



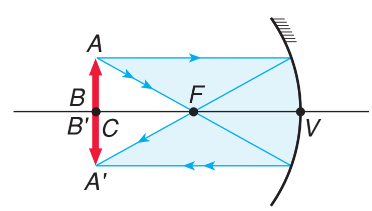
(2) Objeto entre F e C $\rightarrow$ (I) Imagem real, invertida e maior



(3) Objeto além de C $\rightarrow$ (II) Imagem real, invertida e menor



P.263 Neste caso, o objeto encontra-se no centro de curvatura C do espelho, e o foco F, no ponto médio entre C e V.



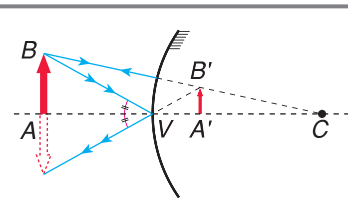
Logo:

$$FV = \frac{CV}{2} \Rightarrow FV = \frac{30}{2} \Rightarrow \boxed{FV = 15 \text{ cm}}$$

P.264 Por ter a mesma altura da imagem, concluímos que o objeto está no centro da curvatura C. Logo: $FV = \dfrac{CV}{2} = \dfrac{20 \text{ cm}}{2} = 10 \text{ cm}$

A imagem de um objeto no infinito se forma no foco F, isto é, a 10 cm do espelho.

P.265



P.266 a) Sendo o objeto e a imagem reais, o espelho é **côncavo**.

b) A equação dos pontos conjugados aplicados ao espelho côncavo possibilita calcular a distância focal f. Sendo $p = 9$ cm e $p' = 18$ cm, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{9} + \frac{1}{18} \Rightarrow \boxed{f = 6 \text{ cm}}$$

De $R = 2f$, obtemos: $R = 2 \cdot 6 \Rightarrow \boxed{R = 12 \text{ cm}}$

P.267 a) Como o objeto é real, tem-se $p = 80$ cm. No entanto, como a imagem é virtual, $p' = -40$ cm. Da equação dos pontos conjugados, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{80} + \frac{1}{-40} \Rightarrow f = -80 \text{ cm}$$

Sendo $f < 0$, concluímos que o espelho é **convexo**.

b) De $R = 2f$, obtemos: $R = 2 \cdot (-80 \text{ cm})$. Portanto: $\boxed{R = -160 \text{ cm}}$

c) Como $A = -\frac{p'}{p}$, vem: $A = -\frac{-40}{80} \Rightarrow \boxed{A = 0{,}5}$

P.268 a) $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{10} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = 15 \text{ cm}}$

b) Sendo $p' > 0$, concluímos que a imagem é **real**.

c) Por ser real, a imagem é **invertida**.

d) $A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow \frac{i}{4} = -\frac{15}{30} \Rightarrow \boxed{i = -2 \text{ cm}}$

A imagem tem **2 cm** de altura e é invertida ($i < 0$).

P.269 Utilizando a fórmula do aumento linear transversal, temos:

$$A = \frac{i}{o} = \frac{f}{f - p} \Rightarrow \frac{6}{2} = \frac{30}{30 - p} \Rightarrow \boxed{p = 20 \text{ cm}}$$

P.270 a) Temos: $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$. Sendo $p = 15$ cm e $f = \frac{R}{2} = \frac{-10}{2}$ cm $= -5$ cm, vem:

$$\frac{1}{-5} = \frac{1}{15} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = -3{,}75 \text{ cm}}$$

Logo, a imagem é virtual e se forma a **3,75 cm** do espelho.

b) Como $A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$, vem: $\frac{i}{2} = -\frac{-3{,}75}{15} \Rightarrow \boxed{i = 0{,}5 \text{ cm}}$

P.271 A imagem é projetada na parede. Logo, ela é **real** e, portanto, **invertida**. Sendo assim, $A = -4$.

De $A = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow -4 = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow p' = 4p$ ①

Mas, sendo de 3 m a distância da vela à parede, isto é, à imagem, podemos escrever: $p' - p = 3$ m ②

De ① e ②, vem: $p = 1$ m e $p' = 4$ m

Utilizando, então, a equação dos pontos conjugados, obtemos:

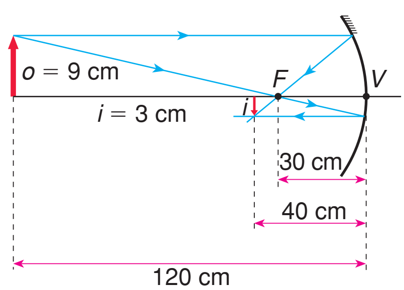
$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{1} + \frac{1}{4} \Rightarrow \boxed{f = 0{,}8 \text{ m}}$$

P.272 a) A equação dos pontos conjugados, com $f = 30$ cm e $p' = 40$ cm, nos fornece:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{30} = \frac{1}{p} + \frac{1}{40} \Rightarrow \boxed{p = 120 \text{ cm}}$$

b) Da equação do aumento linear transversal, obtemos a altura o do objeto.

$$A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -\frac{3}{o} = -\frac{40}{120} \Rightarrow o = 9 \text{ cm}$$

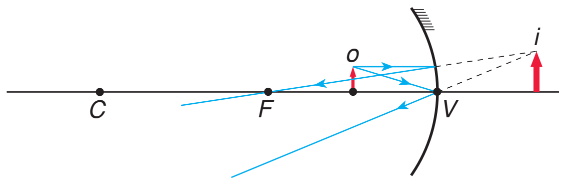


P.273 a) De $A = \dfrac{f}{f - p}$, obtém-se: $+2 = \dfrac{f}{f - 5} \Rightarrow f = 10$ cm

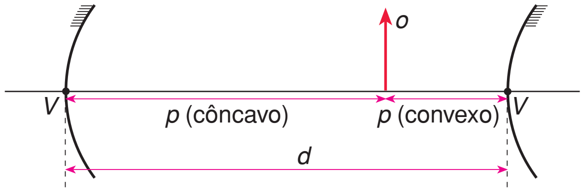
Como $R = 2f$, temos: $R = 2 \cdot (10) \Rightarrow \boxed{R = 20 \text{ cm}}$

b) Sendo $f > 0$, concluímos que o espelho é **côncavo**.

c)



P.274



Vamos determinar as abscissas do objeto em relação aos espelhos côncavo e convexo:

Espelho côncavo

$R = 60$ cm; $R = 2f \Rightarrow 60 = 2f \Rightarrow f = 30$ cm

$p' = 40$ cm (imagem real)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{30} = \frac{1}{p} + \frac{1}{40} \Rightarrow p = 120 \text{ cm}$$

Espelho convexo

$R = -60$ cm; $R = 2f \Rightarrow -60 = 2f \Rightarrow f = -30$ cm

$p' = -20$ cm (imagem virtual)

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{-30} = \frac{1}{p} + \frac{1}{-20} \Rightarrow p = 60 \text{ cm}$$

A distância d entre os espelhos é a soma das distâncias do objeto aos espelhos, isto é:

$$d = 120 + 60 \Rightarrow \boxed{d = 180 \text{ cm}}$$

P.275 a) Como $f = \frac{R}{2}$, vem: $f = \frac{24}{2} \Rightarrow f = 12$ cm

Aplicando a equação dos pontos conjugados, obtemos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{12} = \frac{1}{48} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = 16 \text{ cm}}$$

b) De $A = \frac{i}{o} = -\frac{p'}{p}$, vem: $\frac{i}{4} = -\frac{16}{48} \Rightarrow i = -1{,}33$ cm

A imagem é **real** ($p' > 0$) e **invertida** ($i < 0$).

P.276 Sendo $p = 1{,}0$ cm, temos para o espelho A $\left(\text{de distância focal } f_A = \frac{R_A}{2} = 3{,}0 \text{ cm}\right)$:

$$A_A = \frac{f_A}{f_A - p} \Rightarrow A_A = \frac{3{,}0}{3{,}0 - 1{,}0} \Rightarrow A_A = 1{,}5$$

Para o espelho B, cuja distância focal é $f_B = \frac{R_B}{2} = 2{,}0$ cm, temos:

$$A_B = \frac{f_B}{f_B - p} \Rightarrow A_B = \frac{2{,}0}{2{,}0 - 1{,}0} \Rightarrow A_B = 2{,}0$$

Logo, o odontólogo compra o **espelho *B***.

P.277 a) De $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'}$, sendo $f = -\frac{12}{2} m = -6$ m e $p = 30$ m, vem:

$$\frac{1}{-6} = \frac{1}{30} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = -5{,}0 \text{ m}}$$

A imagem do objeto seria vista a **5,0 m** do espelho convexo. O sinal negativo no valor de p' indica que a imagem é virtual.

b) Sendo o espelho plano, concluímos, pela propriedade de simetria, que a imagem seria vista a **30 m** do espelho.

P.278 Temos: $A = -\frac{1}{3}$; $p - p' = 40$ cm ①; logo:

$$A = -\frac{p'}{p} \Rightarrow -\frac{1}{3} = -\frac{p'}{p} \Rightarrow p = 3p' \text{ ②}$$

Substituindo ② em ①, obtemos:

$p - p' = 40 \Rightarrow 3p' - p' = 40 \Rightarrow p' = 20$ cm

Assim, na equação ②, obtemos: $p = 3 \cdot 20 \Rightarrow p = 60$ cm

Da equação dos pontos conjugados, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{60} + \frac{1}{20} \Rightarrow f = 15 \text{ cm}$$

Como $R = 2f$, então: $R = 2 \cdot (15 \text{ cm}) \Rightarrow \boxed{R = 30 \text{ cm}}$

P.279 a) Para o espelho côncavo, a imagem menor do que o objeto deve ser **real** e **invertida**. Logo, $A = -\frac{1}{3}$.

De $A = \frac{f}{f - p}$, vem: $-\frac{1}{3} = \frac{f}{f - 30} \Rightarrow \boxed{f = 7{,}5 \text{ cm}}$

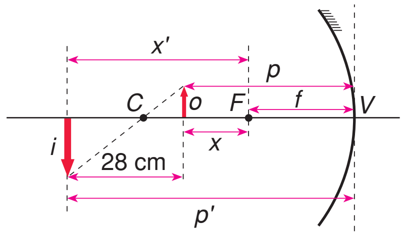
De $A = -\frac{i}{o}$, vem: $-\frac{1}{3} = \frac{i}{6} \Rightarrow \boxed{i = -2 \text{ cm}}$ (invertida)

b) Para o espelho convexo, a imagem é **virtual** e **direita**. Logo: $A = \frac{1}{3}$

De $A = \frac{f}{f - p}$, obtemos: $\frac{1}{3} = \frac{f}{f - 30} \Rightarrow \boxed{f = -15 \text{ cm}}$

De $A = \frac{i}{o}$, obtemos: $\frac{1}{3} = \frac{i}{6} \Rightarrow \boxed{i = +2 \text{ cm}}$ (direita)

P.280 a) Dados: $i = -3o$; $p' - p = 28$ cm



Mas: $\dfrac{i}{o} = -\dfrac{p'}{p} = \dfrac{-3\cancel{o}}{\cancel{o}} = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow p' = 3p$

Assim: $3p - p = 28 \Rightarrow 2p = 28$

Portanto: $p = 14$ cm e $p' = 42$ cm

Utilizando a equação dos pontos conjugados, obtemos:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} = \frac{1}{14} + \frac{1}{42} = \frac{3+1}{42}$$

$$\frac{1}{f} = \frac{4}{42} \Rightarrow f = \frac{42}{4} \Rightarrow \boxed{f = 10{,}5 \text{ cm}}$$

b) $x = p - f = 14 - 10{,}5 \Rightarrow \boxed{x = 3{,}5 \text{ cm}}$

$x' = p' - f = 42 - 10{,}5 \Rightarrow \boxed{x' = 31{,}5 \text{ cm}}$

P.281 a) Considerando-se um ponto qualquer do gráfico, por exemplo, $p = 20$ cm e $p' = 20$ cm, vem:

$$\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{f} = \frac{1}{20} + \frac{1}{20} \Rightarrow \boxed{f = 10 \text{ cm}}$$

O resultado também poderia ser obtido a partir das assíntotas no gráfico:

- para $p' \to \infty$, vem $p \to 10$ cm; portanto, $f = 10$ cm
- para $p \to \infty$, vem $p' \to 10$ cm; portanto, $f = 10$ cm

b) Sendo $f > 0$, concluímos que o espelho é **côncavo**.

c) $\dfrac{1}{f} = \dfrac{1}{p} + \dfrac{1}{p'} \Rightarrow \dfrac{1}{10} = \dfrac{1}{5} + \dfrac{1}{p'} \Rightarrow \boxed{p' = -10 \text{ cm}}$

d) $A = -\dfrac{p'}{p} \Rightarrow A = -\dfrac{-10}{5} \Rightarrow \boxed{A = 2}$

e) Sendo $p' < 0$ e $A > 0$, resulta que a imagem é **virtual** e **direita**.

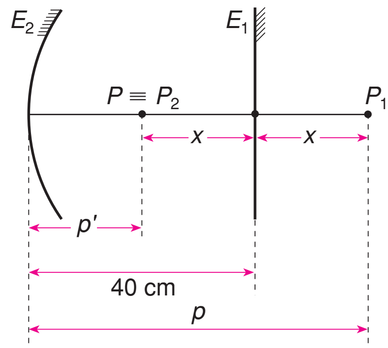
P.282 a) Quando a imagem "desaparece", o objeto está exatamente no foco principal F.

Portanto: $f = 15$ cm e $\boxed{R = 2f = 30 \text{ cm}}$

b) Sendo o espelho convexo, temos: $f = -15$ cm

De $A = \dfrac{f}{f - p}$, vem: $A = \dfrac{-15}{-15 - 10} \Rightarrow \boxed{A = 0{,}6}$

P.283



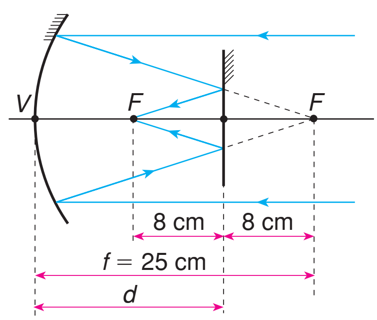
Seja x a distância de P a E_1. Ao objeto P, E_1 conjuga a imagem P_1. P_1, em relação a E_2, é um objeto cuja imagem é $P_2 \equiv P$. Assim:

$p = 40 + x$; $p' = 40 - x$; $f = \dfrac{R}{2} = 15$ cm

Aplicando a equação dos pontos conjugados, obtemos:

$$\frac{1}{15} = \frac{1}{40 + x} + \frac{1}{40 - x} \Rightarrow \boxed{x = 20 \text{ cm}}$$

P.284



Da figura, concluímos que a distância do vértice V ao espelho plano é:

$d = 25 - 8 \Rightarrow \boxed{d = 17 \text{ cm}}$