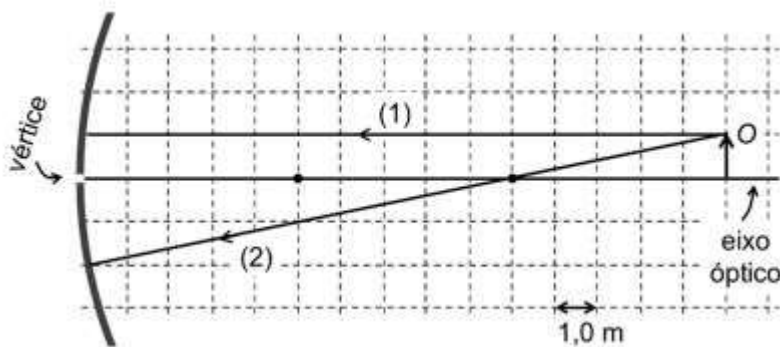


Questão 10

10. O espelho primário do Telescópio Espacial James Webb é côncavo e tem diâmetro de aproximadamente seis metros – cerca de três vezes o do espelho do Telescópio Espacial Hubble. Isso permite a observação de objetos celestes ainda mais distantes.

a) A figura, no espaço de respostas, apresenta um espelho esférico de raio de curvatura $R_c = 10$ m. Um objeto O está posicionado no eixo óptico a uma distância $p = 15$ m do vértice do espelho, e dois raios incidentes no espelho são assinalados como (1) e (2). Encontre a distância p' da imagem ao vértice do espelho. A imagem é real ou é virtual? É direita ou é invertida? É ampliada ou é reduzida?

b) Em 1929, o astrônomo Edwin Hubble observou que a velocidade v de afastamento de uma galáxia é proporcional à sua distância D até a Terra, estabelecendo a chamada lei de Hubble: $v = H_0 D$, sendo $H_0 = \frac{2 \times 10^{-2} \text{ m/s}}{\text{ano-luz}}$ a constante de Hubble. Para a determinação da velocidade de afastamento, os astrônomos usaram o efeito Doppler, que produz um deslocamento da frequência da luz proveniente das galáxias, de forma que, para $v \ll c$, tem-se: $\frac{f_{\text{obs}}}{f_{\text{emit}}} = 1 - \frac{v}{c}$, sendo f_{obs} e f_{emit} respectivamente as frequências observada e emitida, e $c = 3,0 \times 10^8$ m/s a velocidade da luz no vácuo. A que distância D fica uma galáxia para a qual certo comprimento de onda da luz observada é 25 % maior que o da luz emitida, ou seja, $\frac{\lambda_{\text{obs}}}{\lambda_{\text{emit}}} = 1,25$?



RESOLUÇÃO

a) $R_c = 10\text{m} \Rightarrow f = \frac{R_c}{2} = \frac{10}{2} = 5\text{m}$
 $p = 15\text{m}$
 $p' = ?$
 $\frac{1}{f} = \frac{1}{p} + \frac{1}{p'} \Rightarrow \frac{1}{5} = \frac{1}{15} + \frac{1}{p'} \Rightarrow p' = 7,5\text{cm}, \quad p' > 0 \Rightarrow \text{Imagem real}$

Quando o objeto é real e $p' > 0$ (Imagem real), a imagem é invertida. Neste caso, como $p' < p \Rightarrow$ a imagem é Reduzida.

b) $\frac{\lambda_{\text{obs}}}{\lambda_{\text{emit}}} = 1,25 \quad (1)$
 $c = \lambda * f \Rightarrow \lambda = \frac{c}{f} \quad (2)$

Substituindo (2) em (1), temos:

$$\frac{\frac{c}{f_{obs}}}{\frac{c}{f_{emit}}} = 1,25 \Rightarrow \frac{c}{f_{obs}} * \frac{f_{emit}}{c} = 1,25 \therefore \frac{f_{emit}}{f_{obs}} = \frac{5}{4}$$

Substituindo esse resultado na equação dada:

$$\frac{f_{obs}}{f_{emit}} = 1 - \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{4}{5} = 1 - \frac{v}{3 * 10^8} \Rightarrow \frac{4}{5} = \frac{3 * 10^8 - v}{3 * 10^8} \Rightarrow 4 * 3 * 10^8 = 5 * 3 * 10^8 - 5v \Rightarrow 5v = 3 * 10^8$$

$$\therefore v = 6 * 10^7 \text{ m/s}$$

$$v = H_0 * D \Rightarrow D = \frac{v}{H_0} = \frac{6 * 10^7}{2 * 10^{-2}} \therefore D = 3 * 10^9 \text{ anos luz}$$