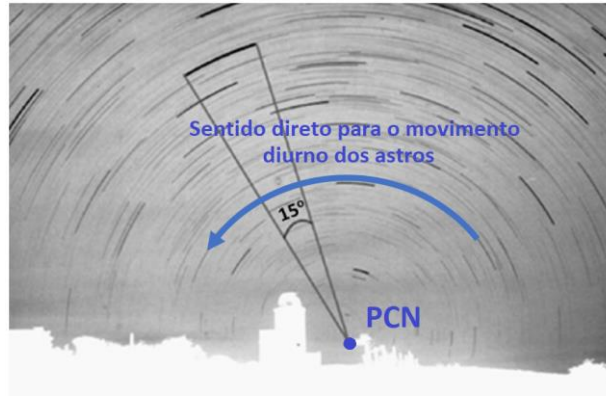


c)



d) Sabendo que o diâmetro do Sol é $1,391 \cdot 10^9$ m, temos que o comprimento d do filamento é:

$$d = \frac{1,391 \cdot 10^9}{32,1'} \cdot 13,2' \Rightarrow d = 5,72 \cdot 10^8 \text{ m}$$

6) a) Sendo λ_1 o comprimento de onda associado a linha contínua, e λ_2 o comprimento de onda associado a linha tracejada, da equação fundamental da ondulatória, temos:

$$c = \lambda_1 \cdot f_1 \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda_1 \cdot 456,79 \cdot 10^9 \Rightarrow \lambda_1 = 6,567 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

$$c = \lambda_2 \cdot f_2 \Rightarrow 3 \cdot 10^8 = \lambda_2 \cdot 457,09 \cdot 10^9 \Rightarrow \lambda_2 = 6,563 \cdot 10^{-4} \text{ m}$$

b) Da equação do Efeito Doppler, vem:

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\lambda_1} = \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{6,563 \cdot 10^{-4} - 6,567 \cdot 10^{-4}}{6,567 \cdot 10^{-4}} = \frac{v}{3 \cdot 10^8} \Rightarrow v = -182,73 \text{ km/s}$$

Temos então que o módulo da velocidade de ejeção é 182,73 km/s, aproximando-se do planeta Terra.

Prova Teórica em Grupo – Resoluções

1) a) Considerando um ponto na superfície de Betelgeuse, temos que o fluxo total pode ser estimado por:

$$F_{tot} = \frac{L_{Bet}}{4\pi \cdot R_{Bet}^2} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot L_{Sol}}{4\pi \cdot (10^3 \cdot R_{Sol})^2} \Rightarrow F_{tot} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 3,8 \cdot 10^{26}}{4\pi \cdot (10^3 \cdot 6,955 \cdot 10^8)^2} \Rightarrow F_{tot} = 7,505 \cdot 10^6 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

b) Nas condições impostas, temos:

$$F_{Bet} = \frac{L_{Bet}}{4\pi \cdot d^2} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot L_{Sol}}{4\pi \cdot d^2} \Rightarrow F_{Bet} = \frac{1,2 \cdot 10^5 \cdot 3,8 \cdot 10^{26}}{4\pi \cdot \left(\frac{197,3086 \cdot 10^{16}}{100}\right)^2} \Rightarrow F_{Bet} = 9,823 \cdot 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2}$$

c) Da equação geral das magnitudes, temos:

$$m_{Bet} - m_{Sol} = -\frac{5}{2} \log \left(\frac{F_{Bet}}{F_{Sol}} \right) \Rightarrow m_{Bet} + 26,72 = -\frac{5}{2} \log \left(\frac{9,823 \cdot 10^{-4}}{1,366 \cdot 10^3} \right) \Rightarrow m_{Bet} = -11,36$$

d) O raio de Betelgeuse, em ua, é:

$$R_{Bet} = \frac{10^3 \cdot R_{Sol}}{1,5 \cdot 10^{11}} = \frac{10^3 \cdot 6,995 \cdot 10^8}{1,5 \cdot 10^{11}} \Rightarrow R_{Bet} = 4,67 \text{ ua}$$

O primeiro planeta do Sistema Solar que estaria fora do raio de Betelgeuse seria Júpiter, pois o seu semieixo orbital é cerca de 5,2 ua.

2) a) Da 3ª Lei de Kepler, vem:

$$\left| \begin{array}{l} \frac{T^2}{R^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \\ T^2 = C \cdot \frac{R^3}{M} \end{array} \right. \Rightarrow C = \frac{4\pi^2}{G} = \frac{4\pi^2}{6,67 \cdot 10^{-11}} \Rightarrow C = 5,913 \cdot 10^{11} \frac{\text{kg}^2}{\text{N} \cdot \text{m}^2}$$

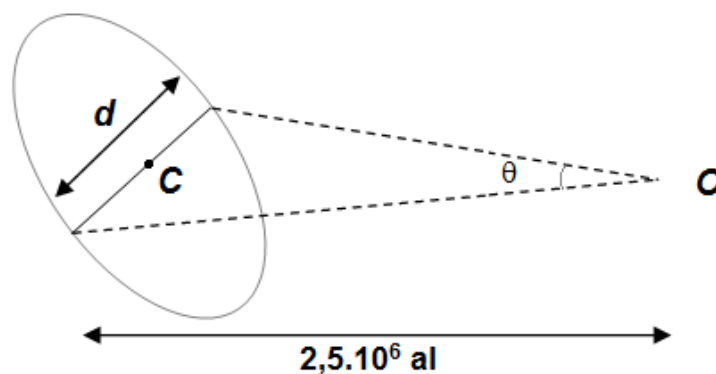
b) Sendo R_1 , o raio orbital do satélite entorno de Saturno, da 3ª Lei de Kepler, vem:

$$T_1^2 = C \cdot \frac{R_1^3}{M_{Sat}} \Rightarrow (23401,24 \cdot 3600)^2 = 5,913 \cdot 10^{11} \cdot \frac{R_1^3}{95,97 \cdot 10^{24}} \Rightarrow R_1 = 7,319 \cdot 10^9 \text{ m} = 0,048 \text{ ua}$$

c) Sendo T_{Lua} o novo período da Lua entorno da Terra, da 3ª Lei de Kepler, temos:

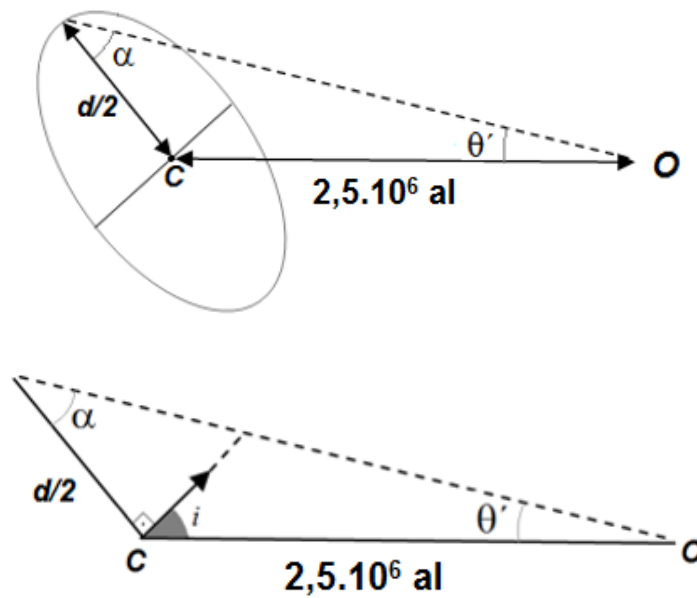
$$T_{Lua}^2 = C \cdot \frac{R_{Lua}^3}{M_{Terra}} \Rightarrow T_{Lua}^2 = 5,913 \cdot 10^{11} \cdot \frac{(3,84 \cdot 10^8)^3}{3,5 \cdot 10^{24}} \Rightarrow T_{Lua} = 1,367 \cdot 10^6 \text{ s} = 15,82 \text{ dias}$$

3) a) Sendo d o diâmetro da galáxia, analisando a figura, temos:



$$\text{tg} \theta = \frac{d}{2,5 \cdot 10^6} \Rightarrow d = 2,5 \cdot 10^6 \cdot \text{tg} 3,2^\circ \Rightarrow d = 1,396 \cdot 10^5 \text{ al}$$

b) Aplicando a Lei dos senos, vem:



$$\frac{2,5 \cdot 10^6}{\sin \alpha} = \frac{6,99 \cdot 10^4}{\sin 0,5^\circ} \Rightarrow \alpha = 18,18^\circ$$

Portanto:

$$\alpha + \theta' + i = 90^\circ \Rightarrow i = 71,32^\circ$$

c) A velocidade de recessão desta galáxia é:

$$\frac{\Delta \lambda}{\lambda_0} = \frac{v}{c} \Rightarrow \frac{6556,22 - 6562,80}{6562,80} = \frac{v}{3 \cdot 10^5} \Rightarrow v = -300,79 \frac{\text{km}}{\text{s}}$$

Já o módulo do parâmetro z :

$$|z| = \frac{v}{c} \Rightarrow |z| = 10^{-3}$$

d) A magnitude absoluta M da galáxia é:

$$m - M = 5 \log d - 5 \Rightarrow 4,36 - M = 5 \log \left(\frac{2,5 \cdot 10^6}{3,26} \right) - 5 \Rightarrow M = -20,06$$

e) A magnitude limite deste telescópio é:

$$m_{lim} = 7,1 + 5 \log d \Rightarrow m_{lim} = 13,63$$

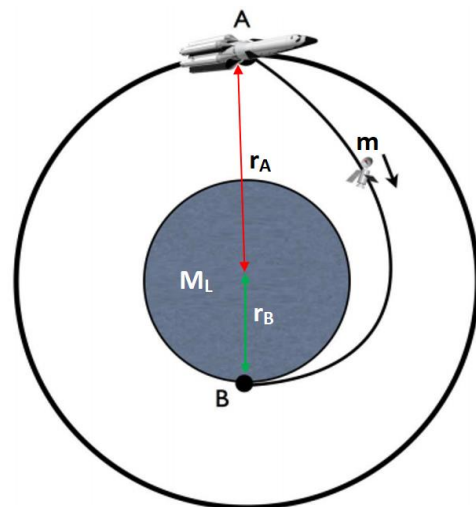
Portanto, como $m < m_{lim}$, será possível observar a galáxia com este telescópio.

4) a) Sabendo que a órbita na nave espacial é circular, temos:

$$v_{nave} = \sqrt{\frac{GM_{Lua}}{R_L + h}} = \sqrt{\frac{6,67 \cdot 10^{-11} \cdot 7,4 \cdot 10^{22}}{1,74 \cdot 10^6 + 1,0 \cdot 10^6}} \Rightarrow v_{nave} = 1342 \text{ m/s}$$

b) Da conservação do momento angular e também da energia, a velocidade v_S com que a sonda deve sair da nave, em relação a Lua, é:

$$\begin{aligned}
 & \left| \begin{aligned} m.v_S \times r_A &= m.v_B \times r_B \\ \frac{m.v_S^2}{2} - \frac{G.M_L.m}{r_A} &= \frac{m.v_B^2}{2} - \frac{G.M_L.m}{r_B} \Rightarrow \\ \Rightarrow \left| \begin{aligned} v_B &= \frac{r_A.v_S}{r_B} \\ v_S^2 - v_B^2 &= 2GM_L \cdot \left(\frac{r_B - r_A}{r_A.r_B} \right) \Rightarrow v_S = \sqrt{\frac{2GM_L.r_B}{r_A.(r_B + r_A)}} \Rightarrow \end{aligned} \right. \\ \Rightarrow v_S &= \sqrt{\frac{2.6,67.10^{-11}.7,4.10^{22}.1,74.10^6}{2,74.10^6.(1,74.10^6 + 2,74.10^6)}} \Rightarrow v_S = 1183 \text{ m/s} \end{aligned} \right.
 \end{aligned}$$



Antes de calcular a velocidade que se deve impulsionar a sonda, em relação

a nave, recordemos que a velocidade orbital da nave é dada por $v_{nave} = \sqrt{\frac{GM_L}{R_L + h}}$. Comparando as duas equações,

vemos que $v_{nave} > v_S$, logo a sonda deverá ser freada, isto é, a sonda deve ser lançada em direção oposta a velocidade orbital da nave. Então:

$$v_A = v_{nave} - v_S = 1342 - 1183 \Rightarrow v_A = 160 \text{ m/s}$$

c) A velocidade v_B com que a sonda atinge a superfície lunar é:

$$v_B = \frac{r_A.v_S}{r_B} = \frac{2,74.10^6.1183}{1,74.10^6} \Rightarrow v_B = 1863 \text{ m/s}$$