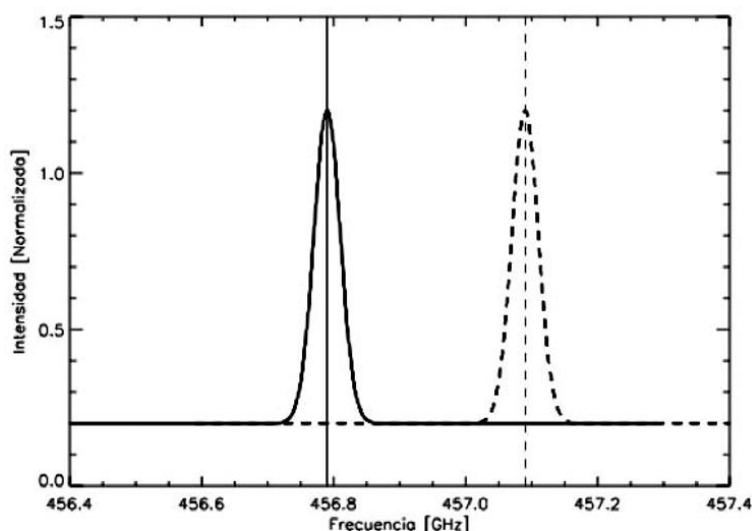


**6) Efeito Doppler e cálculo das velocidades de ejeção de matéria.** Uma das maneiras mais fáceis de determinar a que velocidade uma certa quantidade de matéria (associada a um evento de explosão solar, por exemplo) é ejetada ao longo da linha de visada, se faz mediante a análise espectral da linha  $H\alpha$ . Para tal, utiliza-se a expressão que relaciona o desvio Doppler do comprimento de onda com a velocidade na direção da linha de visada. Suponha que, no registro de um espectro de um desses eventos, encontrou-se um desvio para o azul dessa linha de emissão (linha tracejada) com respeito ao seu valor em repouso (linha contínua). Os centros das linhas são 456,79 GHz (linha contínua) e 457,09 GHz (linha tracejada).



- Determine o valor dos comprimentos de onda associados a linha contínua e tracejada.
- Calcule a velocidade com a qual a matéria foi ejetada.

#### Prova Individual – Dados e Constantes

Raio do Sol:  $R_{\odot} = 6,955 \cdot 10^8 \text{ m}$

Constante gravitacional:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2/\text{kg}^2$

Velocidade da luz:  $c = 3 \cdot 10^8 \text{ m/s}$

1 lb = 0,453 kg

1 ft = 0,305 m

1ua =  $1,5 \cdot 10^8 \text{ km}$

### Prova Teórica em Grupo

**1) Brilho de uma Estrela.** Betelgeuse é a nona estrela mais brilhante do céu noturno, com 1 000 vezes o raio do Sol. Calcule para esta estrela:

- O fluxo total sabendo que Betelgeuse tem  $1,2 \cdot 10^5$  vezes a luminosidade solar.
- Sua distância é de 197 pc. Qual seria seu fluxo se estivesse a um centésimo desta distância?
- Na situação indicada no item anterior (item b), determine qual seria a magnitude aparente de Betelgeuse usando a magnitude aparente do Sol como referência.
- A distância, em ua, até a qual se estenderia se estivesse no lugar do Sol. Estime qual seria o primeiro planeta que ficaria fora do raio da estrela. Despreze os efeitos gravitacionais.

**2) Gravitação.** A 3ª Lei de Kepler pode ser escrita na forma:  $T^2 = C \cdot R^3/M$ , onde  $C$  é uma constante universal e  $M$  é a massa do objeto central. Considere que o período orbital da Lua, entorno da Terra, é de  $T = 27,32 \text{ dias}$  e que seu raio orbital é  $R = 384\,000 \text{ km}$ .

- Calcule o valor da constante  $C$ .
- A massa de Saturno é 95 vezes a massa da Terra. Sabendo que um dos satélites naturais de Saturno possui período de  $234,01 \text{ dias}$ , encontre o raio da órbita, em ua, deste satélite entorno de Saturno.
- Considere que a massa da Terra seja aumentada para o triplo do seu valor atual. Nesta nova situação, qual seria o período da Lua entorno da Terra, mantendo-se o raio da orbital da Lua?

**3) Estudando uma galáxia.** Estudantes olímpicos observaram uma galáxia espiral *NGC OLAA*, cujos parâmetros são mostrados no quadro abaixo. Foi medido o comprimento de onda do centro do disco da galáxia, centrado na linha de emissão  $H\alpha$  ( $6\,562,80\text{ \AA}$ ):



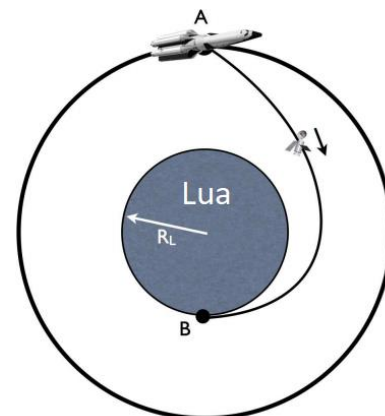
| Galáxia  | Dimensão angular              | Distância ( $10^6$ al) | $\lambda_{\text{observado}}$ ( $\text{\AA}$ ) |
|----------|-------------------------------|------------------------|-----------------------------------------------|
| NGC OLAA | $3,20^\circ \times 1,0^\circ$ | 2,5                    | 6 556,22                                      |

- Determine o diâmetro da galáxia, em anos-luz, assumindo que seu disco é completamente circular e que os valores observados são os dados na tabela.
- Determine a inclinação ( $i$ ) normal ao disco com respeito à linha de visada.
- Determine a velocidade de recessão desta galáxia e o módulo do parâmetro  $z$  (*redshift*).
- Determine a magnitude absoluta da galáxia assumindo que sua magnitude aparente é 4,36.
- Será possível observar esta galáxia com um telescópio LX200 de  $8''$  (8 polegadas) Schmidt-Cassegrain? Justifique sua resposta, mediante ao cálculo da magnitude limite deste telescópio.

**Comentário:** A magnitude limite de um telescópio é dada por:  $m_{\text{lim}} = 7,1 + 5 \log d$ ; onde  $d$  é o diâmetro da objetiva em cm. Adote:  $1'' = 1 \text{ polegada} = 2,54 \text{ cm}$ .

**4) Atingindo o alvo.** Uma nave espacial A se encontra em órbita circular em torno da Lua a uma altitude de 1 000 km em relação à superfície lunar. Em um certo instante, uma sonda é lançada até um ponto B aplicando um impulso na direção contrária ao seu movimento de tal maneira que a mesma caia sobre a superfície da Lua como mostra a figura.

- Calcule a velocidade da nave no ponto A.
- Calcule a velocidade com que a nave espacial deverá lançar a sonda para que a manobra seja realizada com sucesso.
- Calcule a velocidade da sonda quando esta chega no ponto B.



#### Prova em Grupo – Dados e Constantes

Massa da Terra:  $M_{\oplus} = 5,974 \cdot 10^{24} \text{ kg}$

Massa da Lua:  $M_L = 7,4 \cdot 10^{22} \text{ kg}$

Raio do Sol:  $R_{\odot} = 6,955 \cdot 10^8 \text{ m}$

Raio da Lua:  $R_L = 1\,740 \text{ km}$

Luminosidade do Sol:  $L_{\odot} = 3,8 \cdot 10^{26} \text{ J/s}$

Constante solar:  $F_{\odot} = 1366 \text{ W/m}^2$

Magnitude aparente do Sol:  $m_{\odot} = -26,72$

Constante gravitacional:  $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \text{ N.m}^2/\text{kg}^2$

$1 \text{ pc} = 3,26 \text{ al} = 3,086 \cdot 10^{16} \text{ m}$

$1 \text{ ua} = 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}$