



XI Olimpíada Latinoamericana de Astronomia y Astronáutica

Prova Teórica Individual

INSTRUÇÕES

1. No seu envelope você encontrará o seguinte:
 - a. A prova teórica individual.
 - b. Folhas brancas. A solução para os problemas deve ser escrita apenas nessas folhas. **Não escreva no verso das folhas.**
2. Cada problema deve ser iniciado em uma nova folha. **NÃO** escreva a solução de dois problemas na mesma folha.
3. Em cada folha de respostas, por favor escreva o seguinte:
 - a. **NÚMERO DO PROBLEMA.** No canto superior esquerdo.
 - b. **NÚMERO DE 5 DÍGITOS** (que conta escrito em seu envelope). No canto superior direito.
 - c. **NÚMERO DA FOLHA E NÚMERO TOTAL DE FOLHAS PARA ESSE PROBLEMA.** No canto inferior direito (por exemplo 2/3)
4. **NÃO ESCREVA SEU NOME EM NENHUM LUGAR.**
5. Escreva suas respostas e procedimentos **apenas à caneta**. Se você quiser que algo não seja considerado para avaliação rique-o.
6. No final da Prova:
 - a. Não se esqueça de colocar suas folhas em ordem.
 - b. Coloque a prova e suas folhas de respostas no envelope.
 - c. Deixe o envelope em sua mesa.

Nota: A notação para separar números inteiros de casas decimais nos enunciados é a vírgula.

BOA SORTE!



Prova Teórica Individual

PROBLEMA 1

México 2019

Telescópios espaciais (15 pontos)

Os telescópios espaciais orbitam fora da atmosfera da Terra e têm a função de gerar imagens de qualidade superior aos telescópios terrestres. Isso ocorre porque eles evitam os efeitos de distorção que ocorrem na atmosfera. A NASA planeja substituir o Telescópio Espacial Hubble pelo Telescópio Espacial James Webb (JWST) em 2021. Este telescópio terá um espelho primário com um diâmetro de $d_J = 6,5 m$. Sabendo que o Hubble tem um espelho primário com um diâmetro de $d_H = 2,4 m$, responda:

- a) Qual será a resolução angular do JWST? Considere o comprimento de onda médio do visível $\lambda = 550nm$. **(2 pontos)**

S é definido como a distância mínima entre duas estrelas, para que possam ser resolvidas observando-as com um telescópio com uma determinada resolução espacial.

- b) Se duas estrelas estão a uma distância de 3 milhões de anos-luz da Terra e emitem no visível. **(4 pontos)**
Quanto vale S se for observado com o telescópio JWST?
Quanto vale S se for observado com o telescópio Hubble?
- c) Construa um gráfico que mostre o diâmetro do espelho de um telescópio em função do comprimento de onda λ , de modo que a resolução seja sempre $1''$. O gráfico deve variar de comprimentos de onda ultravioleta distantes $\lambda_{FUV} = 200nm$ até comprimentos de onda infravermelhos $\lambda_{NIR} = 10 \mu m$. **(5 pontos)**
- d) O ser humano emite energia infravermelha a $10 \mu m$ e, à distância da órbita do Hubble, subtende um ângulo de $1''$. A partir do gráfico construído no item anterior responda: O telescópio espacial Hubble pode distinguir um humano por sua emissão de calor? **(4 pontos)**



Prova Teórica Individual

PROBLEMA 2

México 2019

Foguete (15 pontos)

Do Polo Norte da Terra (indicado com um N na Figura 1), um foguete é lançado com uma velocidade $v = \sqrt{\frac{GM_{\oplus}}{R_{\oplus}}}$, de modo que caia no equador (indicado com um C). Ignore a resistência do ar e a rotação da Terra. O raio da Terra é $R_{\oplus} = 6400 \text{ km}$.

- Encontre o comprimento do semieixo maior da órbita do foguete. **(3 pontos)**
- Qual é a altura máxima h que o foguete atinge em relação à superfície da Terra? **(6 pontos)**
- Qual é o tempo de voo do foguete? Considere $g = 9,8 \text{ m/s}^2$. **(6 pontos)**

Dica: lembre-se da expressão para calcular a energia mecânica total de um corpo numa trajetória elíptica. A área de uma elipse é dada por $S = \pi ab$, onde a é o semieixo maior da elipse e b é o semieixo menor.

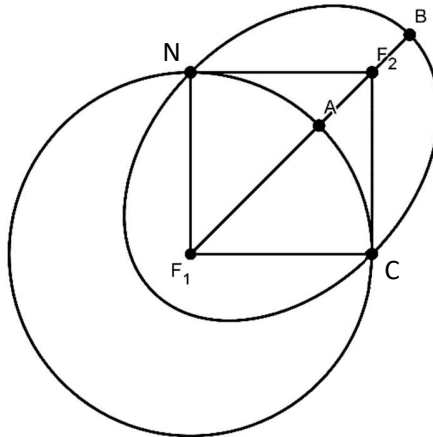


Figura 1



Prova Teórica Individual

PROBLEMA 3

México 2019

Cientistas extra-solares (15 pontos)

Imagine a seguinte situação: Uma civilização que habita o exoplaneta Umi descobriu que:
(i) Umi orbita a estrela Ciro. (ii) Há outro planeta chamado Eki orbitando Ciro.

Suponha que Umi e Eki se comportem como corpos negros, que giram rapidamente em seu próprio eixo, e que suas órbitas ao redor de Ciro são circulares.

Seja r o raio de Umi, T a temperatura de Ciro, R o raio de Ciro, a_1 e a_2 o raio orbital de Umi e Eki, respectivamente.

- Obtenha uma expressão para a temperatura de Umi, em termos de R , T e a_1 . **(3 pontos)**
- Os astrônomos de Umi determinaram que a magnitude aparente de sua estrela Ciro é $m_1 = -27$, calcule o valor numérico da temperatura de Umi. **(4 pontos)**

O período orbital de Umi é $P = 423$ dias terrestres e a magnitude aparente de Eki, como vista de Umi, é $m_2 = -2,6$ quando Eki tem tamanho angular de $\vartheta = 20''$.

- Obtenha uma expressão para o fluxo que Umi recebe de Eki nos termos R , T , ϑ e a_2 . **(3 pontos)**
- Obtenha uma expressão para a razão $\frac{a_1}{a_2}$ em termos de ϑ , m_1 e m_2 . **(3 pontos)**
- Calcular o período orbital de Eki. **(2 pontos)**

Dados do Sol:

$$R_{\odot} = 6,95 \times 10^8 m$$

$$m_{\odot} = -26,72$$

$$T_{\odot} = 5778 K$$

$$1UA = 1,49 \times 10^{11} m$$



Prova Teórica Individual

PROBLEMA 4

México 2019

Chapéu UV (15 pontos)

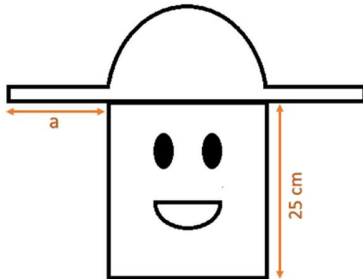


Figura 2

Citlali é uma jovem preocupada com os danos que a radiação ultravioleta do Sol pode causar à sua pele, por isso decide fazer um chapéu com características especiais. Citlali vive em Puebla, um lugar com latitude $\phi = 19^\circ$. Considere que a cabeça da Citlali é um cilindro.

- a) Qual é a medida mínima a (como mostra a Figura 2) que a aba do chapéu deve ter se ela quiser evitar a radiação solar UV no seu rosto ao meio-dia em 21 de março? **(3 pontos)**
- b) Qual é a medida mínima que a aba do chapéu deve ter se ela quiser evitar a radiação solar UV no seu rosto ao meio-dia todos os dias do ano? **(4 pontos)**

Citlali decide que a aba do chapéu mede $a = 13 \text{ cm}$.

- c) Se a Citlali estiver no Equador em 21 de setembro, a que horas seu chapéu cumpre seu propósito de proteger todo o seu rosto? **(4 pontos)**

A dose eritematosa mínima (vulgo vermelhidão) por radiação UV (DEM) é a medida da energia mínima por unidade de área que causa queimaduras na pele de um ser humano médio e é $DEM = 100 \text{ J/m}^2$. O chapéu de Citlali absorve metade da radiação UV que recebe e deixa a outra metade passar.

- d) Usando os dados do gráfico, responda: Se a Citlali começa a se expor ao Sol ao meio-dia, por quanto tempo, mesmo com o chapéu, Citlali terá uma queimadura solar causada por raios UV? **(4 pontos)**

