



15^{as} Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova da eliminatória regional

26 de maio de 2021

15:00 (Continente e Madeira) / 14:00 (Açores)

Duração máxima – 120 minutos

Notas: Leia atentamente todas as questões. As 5 primeiras perguntas são de escolha múltipla. Existe uma tabela com dados e informações úteis no final do enunciado. Todas as respostas devem ser dadas na folha de prova sendo devidamente assinadas.

1) Como se chama a fronteira onde termina o vento solar e começa o espaço interestelar?

- a) Heliopausa
- b) Cinturão solar
- c) Helioesfera
- d) Coroa solar

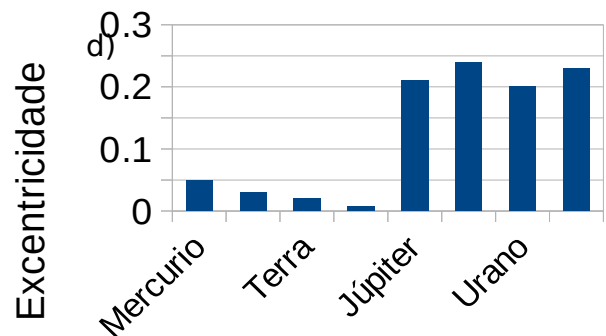
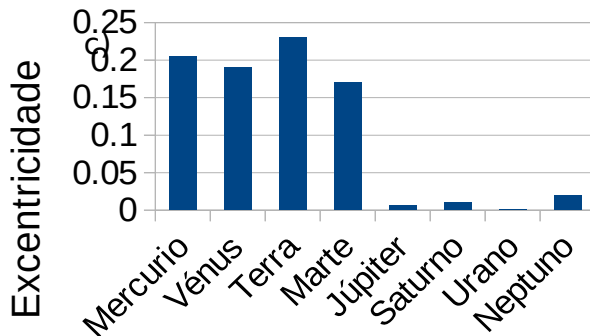
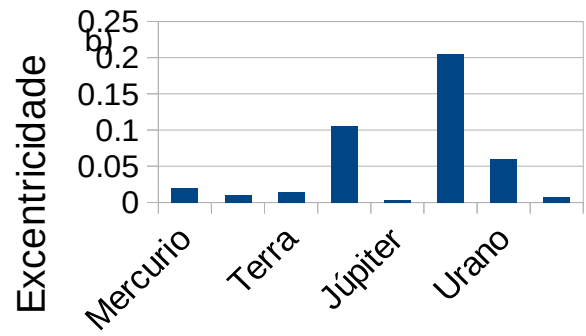
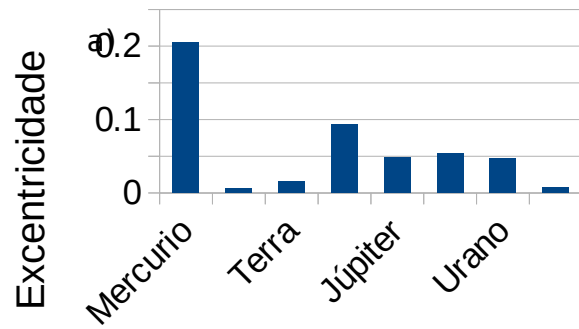
2) Em termos aproximados, qual é a composição do balanço de energia do Universo?

- a) Matéria Normal - 5%, Matéria Escura - 27%, Energia Escura - 68%
- b) Matéria Normal - 9%, Matéria Escura - 32%, Energia Escura - 69%
- c) Matéria Normal - 1%, Matéria Escura - 27%, Energia Escura - 72%
- d) Matéria Normal - 2%, Matéria Escura - 35%, Energia Escura - 63%

3) Duas estrelas de neutrões, com massas $1,66 M_{\odot}$ e $2,04 M_{\odot}$, fundem-se dando origem a um buraco negro. Se, em primeira aproximação, nenhuma massa for perdida no processo, qual será o raio do horizonte de eventos do buraco negro resultante? Considera $M_{\odot} = 2 \times 10^{30}$ kg.

- a) 10,97 km
- b) 5,48 km
- c) 32,91 km
- d) 10,04 km

4) Qual dos gráficos representa correctamente a excentricidade dos planetas do sistema solar?



5) Que condição deve ser satisfeita para se presenciar um eclipse total do Sol, em vez de um eclipse parcial ou anular?

- O local onde o eclipse está a ser observado tem de atravessar a penumbra da Lua
- A Terra tem de estar próxima do afélio da sua órbita
- O local onde o eclipse está a ser observado tem de atravessar a umbra da Lua
- Toda a Terra tem de estar contida dentro da antumbra da Lua

6) Uma forma de enviar uma sonda espacial até Marte seria ao longo de uma órbita elíptica com a Terra no periélio da órbita e Marte no afélio. Assumindo que Marte tem uma órbita circular com raio de 1,52 UA:

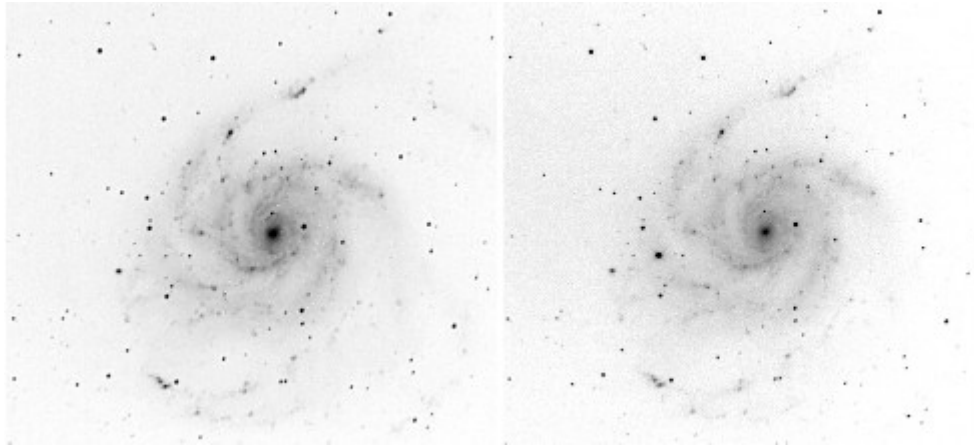
- Quanto tempo demora a sonda a alcançar Marte?
- Assumido que a sonda é enviada no sentido prógrado, qual é a elongação de Marte no momento do lançamento, de forma a garantir que a nave atinge o seu destino?

Nota: O sentido prógrado é o mesmo da órbita dos planetas. A elongação de um planeta é o ângulo entre o Sol e esse planeta, visto a partir da Terra.

7) Um planeta orbita uma estrela cuja temperatura efetiva é de 6500 K e raio igual a 1,2 raios solares a uma distância de 1,5 UA. O planeta tem um albedo de 0,10.

Qual é a temperatura do planeta, assumindo que ele irradia como um corpo negro perfeito?

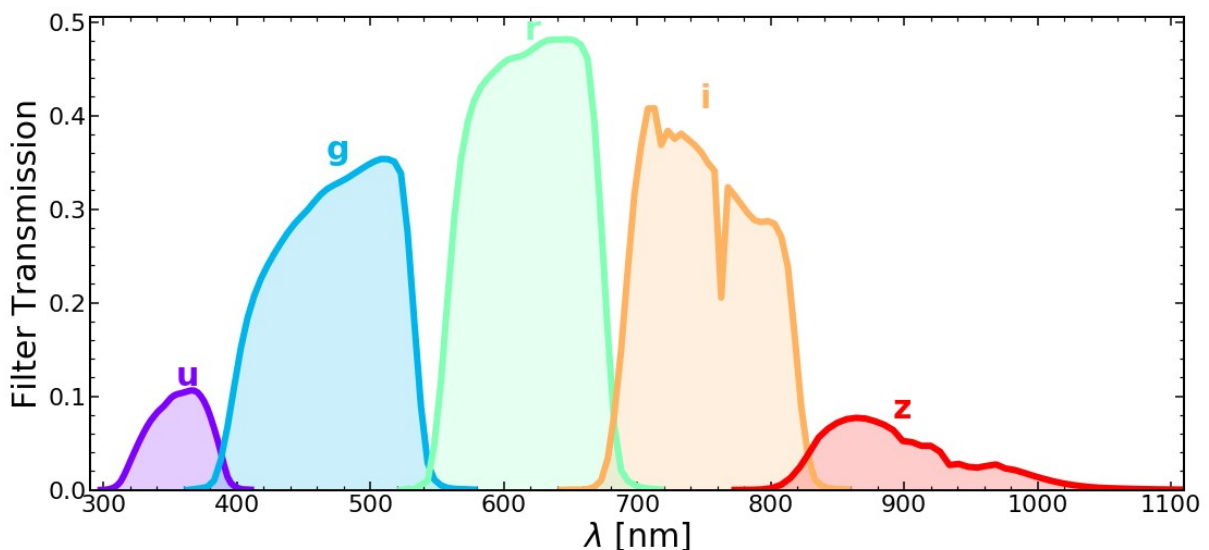
8) As duas imagens abaixo são da mesma galáxia, observada em momentos distintos. Identifica e descreve em que consiste o evento astronómico que leva a diferenças entre estas duas imagens.



9) Calcula o diâmetro (em metros) que um telescópio tem de ter para:

- Resolver um planeta e um estrela separados por 1UA a uma distância de 20 pc da Terra, quando observados por um telescópio no infravermelho ($\lambda = 2.2 \mu\text{m}$);
- Resolver uma galáxia com 10 kpc de tamanho a uma distância de 1.8 Gpc (redshift ~ 1.5) com um telescópio no ultra-violeta ($\lambda = 150 \text{ nm}$);
- A sombra do buraco negro central da M87 (distância de 16.4 Mpc), com um tamanho estimado de 0.0019 anos-luz, com um telescópio na banda do milimétrico ($\lambda = 1.3 \text{ mm}$);
- Tendo em conta o valor obtido na alínea c), como se pode explicar a imagem obtida pelo projecto Event Horizon Telescope.

10) O Sloan Digital Sky Survey é um projeto enorme da comunidade de astronomia com o principal objetivo de estudar as galáxias mais próximas de nós. São usados cinco filtros de observação diferentes que quantificam o brilho das galáxias em diferentes regiões do intervalo de comprimentos de onda na banda do óptico (com os nomes *u*, *g*, *r*, *i*, and *z* - ver na figura abaixo).



Considera agora duas galáxias que foram observadas nestes 5 filtros durante o projeto, e que têm as magnitudes aparentes listadas abaixo:

Nome	u	g	r	i	z	redshift	Distance [Mpc]
G1	19.51	17.64	16.74	16.26	15.88	0.06456	300
G2	18.15	17.08	16.61	16.28	16.12	0.05710	264

- Sabendo que as galáxias têm um redshift associado, explica qual é a relação entre o intervalo em comprimento de onda observado na terra e intervalo em comprimento de onda que corresponde à emissão de luz na origem.
- Usando os valores da tabela calcula a magnitude absoluta correspondente a cada uma das bandas observadas.
- Sabendo que o Sol tem uma magnitude absoluta no filtro r de $m_{r,\text{sol}}=4.65$, compara este valor com o obtido nas galáxias e calcula o brilho, em unidades de brilho de um Sol, de cada galáxia.
- Uma das medidas usadas em astronomia para estimar a idade das estrelas das galáxias é a variação do fluxo acima e abaixo de 400 nm. Usando os dados obtidos nas alíneas anteriores consegues dizer qual das galáxias é mais jovem? Justifica a tua resposta.

Tabela de dados:

Constantes universais

Velocidade da luz (vazio): $c=3 \times 10^8 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$

Constante gravitacional: $G=6,673 \times 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

Constante de Stefan-Boltzmann: $\sigma=5,670 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{K}^{-4}$

Constante de dispersão de Wien: $b=0.0028976 \text{ m} \cdot \text{K}$

Dados sobre o Sol:

Massa do Sol: $M_{\odot} = 1,99 \times 10^{30} \text{ kg}$

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

Período médio de rotação do sol: $T = 27 \text{ dias}$

Luminosidade do Sol: $L_{\odot} = 3,846 \times 10^{26} \text{ W}$

Temperatura superficial do Sol: $T_{\text{ef}} = 5780 \text{ K}$

Dados sobre a Terra:

$$\text{Massa da Terra: } M_{\oplus} = 5,972 \times 10^{24} \text{ kg}$$

$$\text{Raio da Terra: } R_{\oplus} = 6371 \times 10^3 \text{ m}$$

$$\text{Distância média da Terra ao Sol: } 149,6 \times 10^9 \text{ m}$$

Dados sobre a Lua:

$$\text{Massa da Lua: } M_{\zeta} = 7,348 \times 10^{22} \text{ kg}$$

$$\text{Raio da Lua: } R_{\zeta} = 1738 \times 10^3 \text{ m}$$

Conversão de unidades:

$$\text{Unidade Astronómica (UA): } 1 \text{ UA} = 1,49 \times 10^{11} \text{ m}$$

$$\text{Parsec (pc): } 1 \text{ pc} = 3,086 \times 10^{16} \text{ m}$$

Relações importantes:

$$\text{Velocidade angular } \Omega = \frac{2\pi}{T} \text{ [rad.s}^{-1}\text{]}$$

$$\text{Lei de Stefan-Boltzmann: } L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$$

$$\text{Distância em parsec: } d_{pc} = 10^{\frac{m-M+5}{5}}$$

$$\text{Magnitude absoluta: } M = -2,5 \log(L) + K, \text{ em que K é uma constante}$$

$$\text{Lei da Gravitação Universal: } Fg = G \frac{Mm}{r^2}$$

$$\text{Lei de Wien: } \lambda_{max} = \frac{b}{T}$$