

10^{as} Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova da eliminatória regional

18 de março de 2015

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

Duração máxima – 120 minutos

Notas: Leia atentamente todas as questões.

Todas as respostas devem ser dadas na folha de prova sendo devidamente assinadas.

Existe uma tabela com dados e informações úteis no final do enunciado.

1- Qual é o diâmetro da nossa galáxia, a Via Láctea?

- [A] 10 000 metros
- [B] 100 unidades astronómicas
- [C] 100 000 anos-luz
- [D] 1 quiloparsec

2- Todos os dias há aproximadamente dois ciclos de marés. Identifique a afirmação verdadeira:

- [A] A Lua atrai mais os oceanos do que os continentes, causando as marés;
- [B] A Lua passa duas vezes no mesmo sítio em cada dia, causando os dois ciclos de marés diários;
- [C] A força de maré exercida pela Lua sente-se em dois pontos opostos da Terra porque a força de atracção gravitacional decai com a distância;
- [D] Um dos ciclos de maré é causado pela Lua e o outro pelo Sol.

3- Qual dos métodos seguintes é aquele que já permitiu maior número de deteções de planetas extrassolares?

[A] Velocidades radiais;

[B] Transito;

[C] Deteção direta;

[D] Microlensing;

[E] Astrometria.

4- A primeira deteção definitiva de um planeta extrassolar confirmado foi feita pelos radioastrónomos Aleksander Wolszczan e Dale Frail e orbitava...

[A] ... uma estrela gigante azul;

[B] ... uma estrela gigante vermelha;

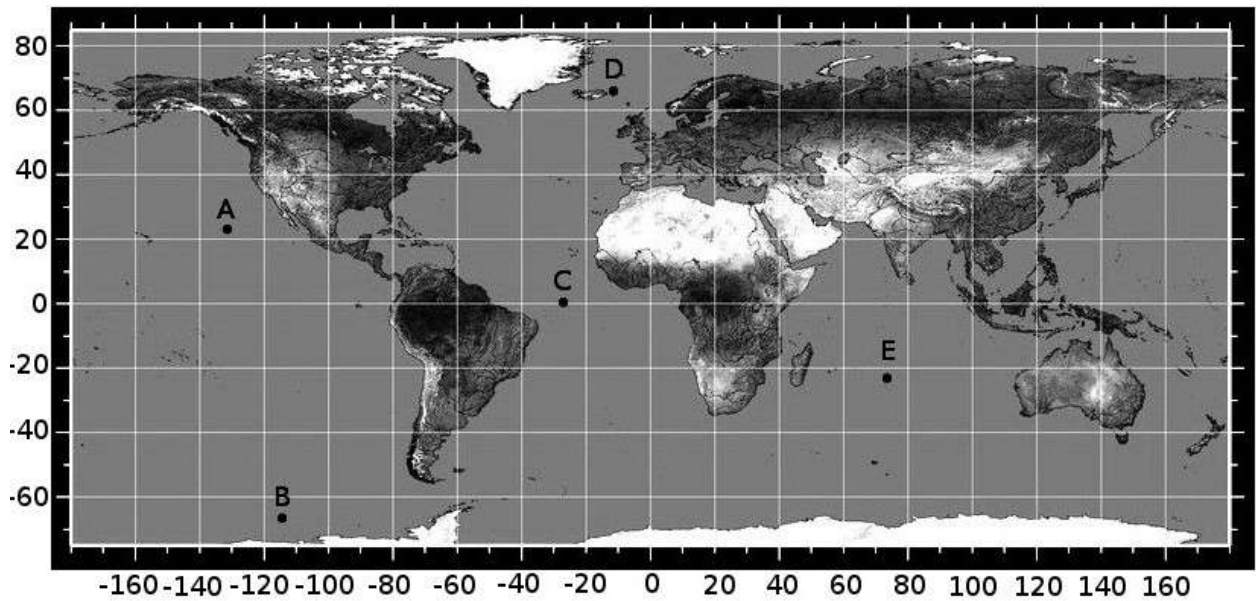
[C] ... uma anã branca;

[D] ... um pulsar;

[E] uma estrela tipo solar.

5- Estime o número de neutrinos emitidos pelo Sol que atravessam uma área de 1 m^2 na superfície terrestre, em cada segundo, quando o Sol se encontra no zénite. Assuma que cada reação de fusão no núcleo do Sol produz 26,8 MeV de energia e liberta 2 neutrinos.

6- Considere o seguinte mapa da Terra onde estão assinalados 5 locais distintos.



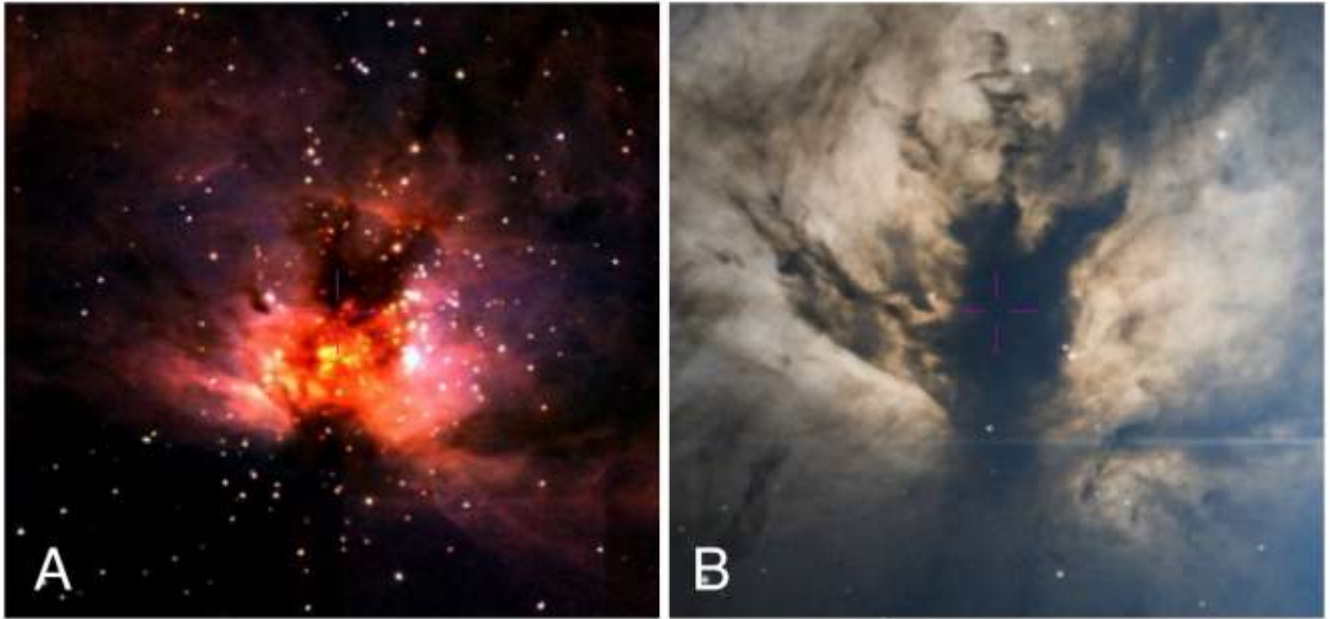
a) Em que locais não é possível ver a estrela Polar?

b) Em que local se observa 12 horas de luz solar e 12 horas de noite no dia 21 de Junho?

c) Em que local o Sol se encontra no zénite no dia 21 de Dezembro, ao meio dia solar?

7- A figura mostra a região de formação estelar NGC 2024 observada em dois comprimentos de onda diferentes: a imagem A foi tirada no infra-vermelho próximo, e a imagem B foi tirada no visível.

Esta região pertence à gigante Nuvem Molecular de Orion e contém já um enxame de estrelas muito jovens, com cerca de 1 milhão de anos.



a) Justifique as diferenças marcantes entre as imagens A e B.

b) As estrelas jovens desenvolvem ventos e jatos por vezes fortes que interagem com a nuvem molecular que lhes deu origem. Se a mesma região fosse observada daqui a alguns milhões de anos, as imagens A e B seriam muito diferentes do que observamos agora. Que diferenças esperaria encontrar?

c) “Quando as estrelas chegam à idade adulta, à chamada sequência principal, a fusão de Hidrogénio no núcleo é o principal sustento da sua estabilidade.” Justifique a afirmação.

8- Considere uma galáxia satélite (de massa m e raio r) numa órbita circular de raio D em torno duma galáxia (de massa M e raio R).

a) Qual é a velocidade circular relativa da galáxia satélite em torno da galáxia de massa M , se $M \gg m$?

- b) O tempo dinâmico de fricção permite calcular o tempo de decaimento da galáxia satélite para a galáxia M:

$$T_{fric} = 1,32 \times 10^5 \frac{D^2 v}{m}$$

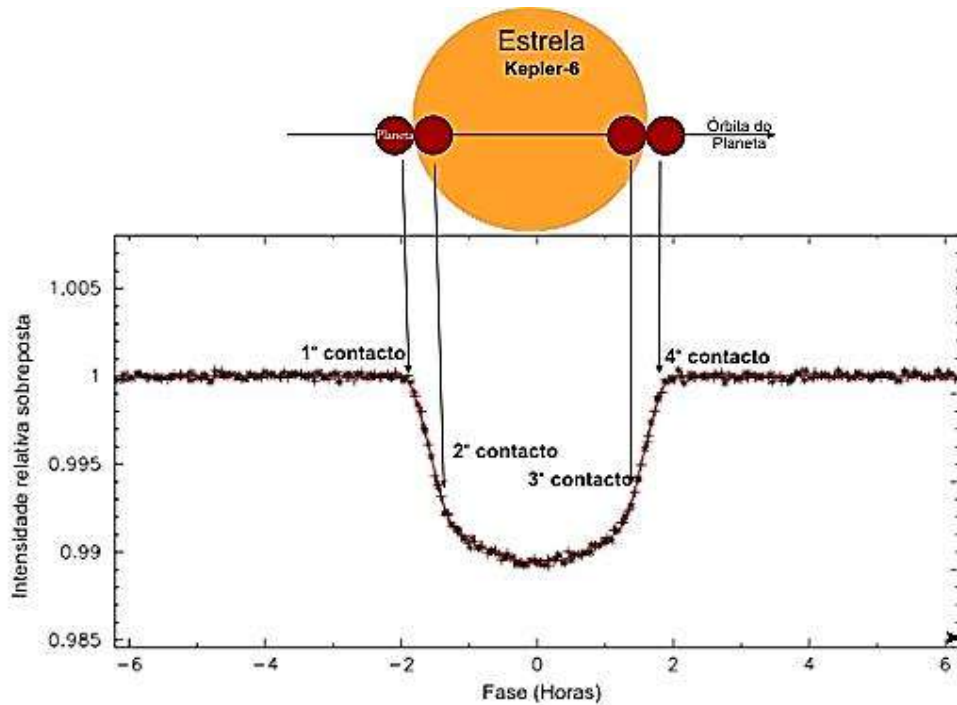
em que as unidades de T_{fric} são Giga anos, se D (raio da órbita) estiver em unidades de *quiloparsec*, v (velocidade circular relativa) estiver em unidades de quilómetro por segundo e m (massa da galáxia satélite) estiver em unidades de massas solares. Se $m = 10^8$ massas solares, $v = 10$ quilómetros por segundo e $D = 100$ quiloparsec, qual é o tempo dinâmico de fricção em Giga anos?

- c) Qual é a força gravitacional F_m exercida pela galáxia satélite numa partícula de massa m' à sua superfície?
- d) Se a força (diferencial) exercida nessa mesma partícula pela galáxia de massa M for:

$$F_M = \frac{2 G M m' r}{D^3}$$

qual é a condição para que a partícula seja "capturada" pela galáxia de massa M?

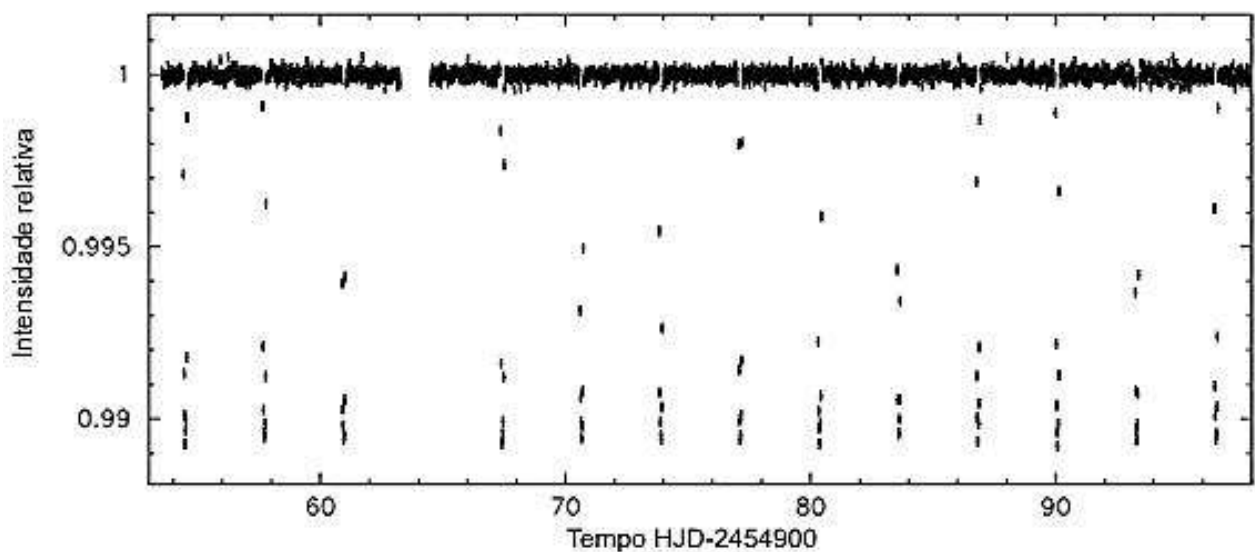
- 9- O planeta Kepler-6b foi o sexto planeta extra solar a ser descoberto pelo telescópio Espacial Kepler. O raio da estrela em torno do qual orbita é de $1,391 R_{\odot}$. O planeta foi descoberto pelo método do trânsito do planeta no qual a deteção se dá devido à diminuição da luminosidade da estrela quando o planeta lhe passa à frente, como ilustra a imagem seguinte:



O abaixamento da luminosidade é proporcional à superfície da estrela que deixa de ser vista, ou seja

$$\text{diminuição}_{\text{relativa}} = \frac{R_{\text{Planeta}}^2}{R_{\text{*}}^2}$$

O Telescópio Espacial Kepler faz medidas da intensidade luminosa das estrelas ao longo do tempo e depois os pontos de várias órbitas as medidas são sobrepostas para produzir um gráfico como o da figura acima. Na figura abaixo pode-se ver o gráfico da intensidade relativa (considerando o máximo como 1) ao longo do tempo juliano heliocêntrico (HJD em dias) obtida pelo Kepler ao longo de 45 dias.



- a) Calcule o período orbital, em dias, utilizando o tempo que demora a realizar 13 órbitas.
- b) Calcule velocidade orbital do planeta, em unidades do Sistema Internacional, usando os dados fornecidos. Considera que o transito se dá na região equatorial da estrela e que a órbita do planeta não é inclinada.
- c) Calcule o raio do planeta e compare-o com o raio do planeta Júpiter.
- d) Sabendo que a velocidade real do planeta é 18,3 km/s, calcule a inclinação da órbita relativamente ao plano de visão.

FIM

Tabela de dados:

Constantes universais

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

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

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

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:

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

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

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

Dados sobre a Lua:

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

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

Conversão de unidades:

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

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

Relações importantes:

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

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

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