



14^{as} Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova da eliminatória regional

27 de março de 2019

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) Galileu descobriu algo sobre Vénus com o seu telescópio que abalou com as velhas teorias. Qual das seguintes descobertas é de Galileu?

- a) Vénus está coberto por uma camada opaca de nuvens
- b) Vénus apresenta fases semelhantes às que se observam da Lua
- c) a superfície de Vénus é similar à da Terra
- d) Vénus tem um movimento retrógrado

R: B

2) Segundo os dados mais recentes obtidos pelo telescópio espacial Planck da ESA, qual é a idade estimada do Universo?

- a) 12,6 mil milhões de anos
- b) 13,8 mil milhões de anos
- c) 10,5 mil milhões de anos
- d) 14,4 mil milhões de anos

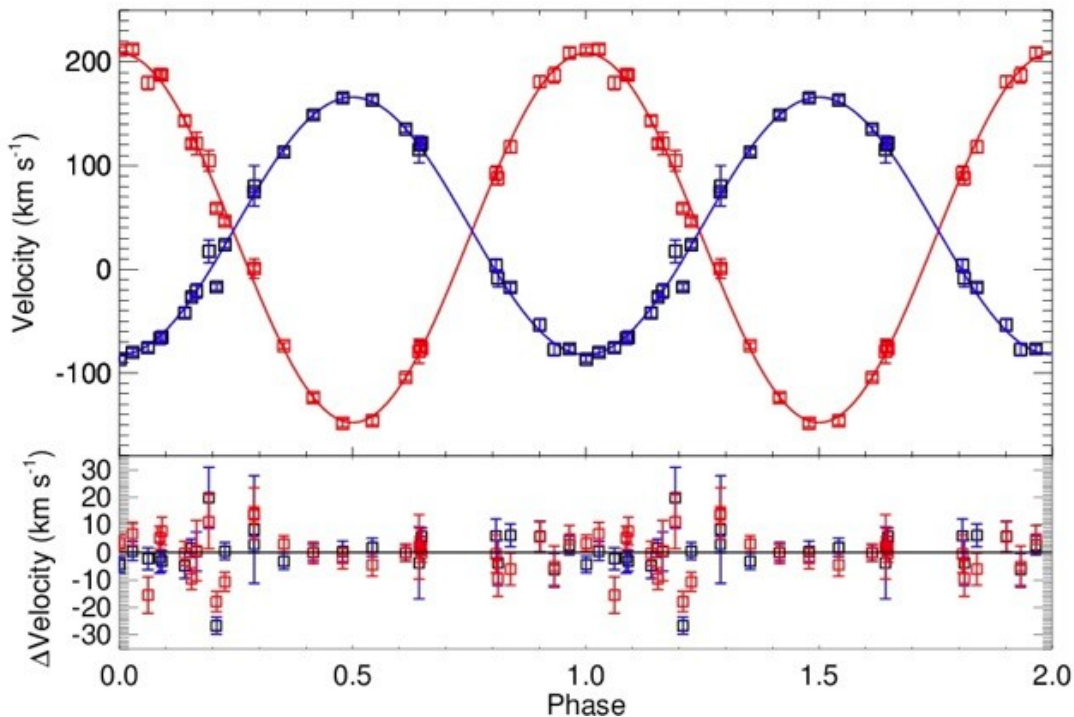
R: B

3) Quais destes pares de estrelas formam um sistema binário na constelação da Ursa Maior?

- a) Dubhe e Merak
- b) Phad e Megrez
- c) Alcor e Mizar
- d) Alkaid e Muscida

R: C

4) Observações espectroscópicas do sistema binário de anãs brancas WD 1242-105 forneceram as curvas de velocidade radiais apresentadas abaixo:



A componente **A** tem a curva de velocidade radial em vermelho, e a **B**, em azul. Qual conjunto de afirmações sobre as Velocidades Radiais (V), Períodos (P) e Massas (M) é correto?

- a) $V_A > V_B$, $P_A > P_B$, $M_A = M_B$
- b) $V_A < V_B$, $P_A = P_B$, $M_A > M_B$
- c) $V_A < V_B$, $P_A < P_B$, $M_A < M_B$
- d) $V_A > V_B$, $P_A = P_B$, $M_A < M_B$

R: D

5) Quando observamos o disco da Via Láctea no óptico, algumas regiões parecem ser muito escuras. Qual a razão?

- a) Não há estrelas nestas regiões
- b) Estas regiões têm buracos negros que capturam a luz das estrelas atrás de si
- c) As estrelas nessas direcções emitem apenas em comprimentos de onda fora do visível
- d) A luz das estrelas na direcção destas regiões é bloqueada por poeira interestelar

R: D

6) A classificação de tipos espectrais de Harvard foi inicialmente desenvolvida pela astrónoma Annie Jump Cannon, que se baseou nas cores e temperaturas das estrelas para criar um sistema de letras facilmente memorizável para descrever cada tipo de estrela. Enuncia as letras

desse sistema, indicando um tipo de estrela a que cada uma corresponde e qual a mnemónica associada.

R: (por exemplo)

O & B - estrelas da sequência principal, gigantes azuis e supergigantes azuis

A & F - estrelas azuis e brancas da sequência principal

G - estrelas amarelas ("tipo-Sol") da sequência principal

K - estrelas laranjas (ou anãs laranjas) da sequência principal

M - estrelas anãs vermelhas, gigantes vermelhas e supergigantes vermelhas

"Oh, Be A Fine Girl, Kiss Me"

7) O Sol é a estrela única do nosso sistema e que regula o movimento de todos os outros corpos no Sistema Solar (como planetas, planetas anões, asteroides, cometas e poeira).

a) Faz coincidir o instrumento mais apropriado para realizar cada uma das tarefas:

Tarefa	Instrumento
(a) Imagem obtida nas regiões solares activas mais quentes	(1) Coronógrafo
(b) Fotografar a coroa solar quando não há eclipse	(2) Telescópio solar óptico
(c) Fotografar a superfície visível do Sol	(3) Radiotelescópios
(d) Fotografar o Sol em luz de um elemento particular	(4) Espectro-heliógrafo
(e) Receber e registrar ondas de rádio vindas do Sol	(5) Telescópios de raios ultra-violetas, raios X e raios gama

R: (a) 5; (b) 1; (c) 2; (d) 4; (e) 3

b) Identifica os seguintes fenómenos do Sol, associando-os à descrição correcta:

Descrição	Fenómeno
(a) Região de baixa densidade na coroa onde são originados os ventos solares	(1) Erupção solar
(b) Célula brilhante que parece um grão de arroz na fotosfera	(2) Grânulo
(c) Mancha escura, relativamente fria, na fotosfera brilhante	(3) Buraco coronal
(d) Partículas elementares que se admite que sejam produzidas em reacções nucleares no núcleo do Sol	(4) Neutrino solar
(e) Tremenda emissão explosiva de luz e partículas de curta duração	(5) Mancha solar

R: (a) 3; (b) 2; (c) 5; (d) 4; (e) 1

c) O que é o vento solar?

R: O vento solar é um fluxo de partículas energéticas eléctricamente carregadas que flui permanentemente do Sol.

d) Indica uma das formas de erupção solar e forte rajada de ventos solar que pode afectar o ambiente terrestre.

R: aumento da radiação perigosa ou auroras ou tempestades magnéticas ou tempestades atmosféricas

8) Altair tem paralaxe $0,198''$, movimento próprio $0,668''/\text{ano}$, velocidade radial -26 km/s e magnitude visual aparente $m_v = 0,89 \text{ mag}$.

- Determina o tempo que levará para a distância entre o Sol e Altair atingir o valor mínimo.
- Calcula o valor dessa distância.
- Calcula qual será a magnitude visual aparente de Altair nessa época.

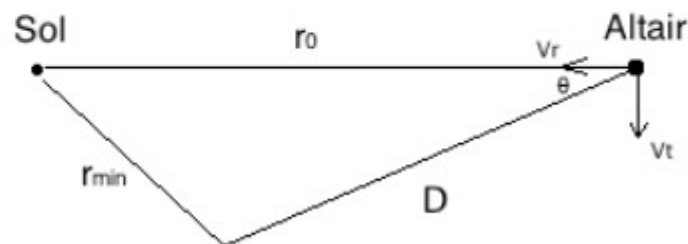
Resolução:

A distância atual de Altair é: $= 5,05 \text{ pc}$

A velocidade tangencial é $v_t = 4,74 \cdot \mu \cdot r_0 = 16 \text{ km/s}$

A velocidade espacial é $v^2 = v_t^2 + v_r^2 \rightarrow v = 31 \text{ km/s}$

Pela figura:



$$\text{sen } \theta = r_{\text{min}}/r_0 = v_t/v \text{ e } \text{cos } \theta = D/r_0 = v_r/v$$

a) Calculando o tempo que a estrela leva para percorrer a distância D:

$$= 1,4 \times 10^5 \text{ anos}$$

b) A distância mínima é:

$$= 2,65 \text{ pc}$$

c) A magnitude absoluta de Altair é

$$M = m + 5 - 5 \log r_0 = 2,4$$

Calculando a magnitude aparente quando a distância for mínima:

$$m = M - 5 + 5 \log r_0 = -0,51 \text{ mag}$$

9) Um satélite artificial é lançado paralelamente à superfície da Terra, com uma velocidade de 7,6 km/s a uma altitude de 500 km.

- a) Indica, justificando, se a posição onde o satélite foi lançado corresponde ao perigeu ou ao apogeu da sua órbita.

R: Apogeu, pois a velocidade com que foi lançado é inferior à velocidade de uma órbita circular com esta altura $\sqrt{\frac{GM}{R}} = 7.61 \text{ km/s}$

- b) Sabendo que a equação orbital

$$r = \frac{h^2}{GM} \frac{1}{1 + e \cos \theta}$$

dá-nos a distância entre um corpo em órbita e o foco da órbita em função do momento angular h do sistema, da excentricidade da órbita e , da massa do sistema M e do ângulo θ entre o vector \vec{r} e o eixo do perigeu (θ é igual a zero quando o satélite se encontra no perigeu), calcula o período da órbita do satélite.

R: Calcular o momento angular $r_a \times v_a = 52.27 \text{ km/s}$

Usar equação orbital com o apogeu para calcular excentricidade $e=0.0033$

Calcular a distância do perigeu usando a equação orbital $r_p = 6832.4 \text{ km}$

Calcular o semi-eixo maior como metade da soma do perigeu com apogeu $a=6855.2 \text{ km}$

Usar 3a Lei de Kepler para calcular o período $P=1.61 \text{ horas}$

10) A radiação cósmica de fundo é uma das mais importantes descobertas do século XX para a Cosmologia moderna. Nos dias de hoje, pode ser observada como uma radiação de fundo isotrópica correspondendo a uma emissão de corpo negro com uma temperatura $T_0 = 2,7\text{K}$.

- a) Em que comprimento de onda (em mm) pode ser observada esta radiação?

R: Lei de Wien -> $\lambda = b/T = 0.0028976/2.7 = 0.00107 \text{ m} \sim 1 \text{ mm}$

- b) Sabendo que a temperatura varia com o desvio para o vermelho segundo a fórmula $T = T_0(1+z)$, estima o comprimento de onda (em nm) associado com o período de emissão desta radiação (a $z = 1090$). Que fenómeno físico está associado à emissão desta radiação?

R: $T(z = 1090) = 2.7 * 1091 = 2945.7 \text{ K}$

Lei de Wien -> $\lambda = b/T = 0.0028976/2945.7 = 9.8 \times 10^{-7} \text{ m} \sim 980 \text{ nm}$

Esta radiação foi emitida aquando da combinação dos electrões livres do plasma com os núcleos de hidrogénio que acontece quando a maior parte da radiação tem uma energia inferior a da ionização do átomo de hidrogénio.

- c) Observações mais detalhadas desta radiação levaram à descoberta de pequenos desvios na energia emitida por diferentes regiões no céu. Explica de forma sucinta a que correspondem estas diferenças.

R: As diferenças de temperatura entre regiões diferentes do céu corresponde a diferenças de densidade de matéria no Universo primordial.

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:

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

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

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

Dados sobre a Lua:

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

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

Conversão de unidades:

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

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

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

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

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

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