

## 7<sup>as</sup> Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova da Eliminatória Regional

13 de Abril de 2012 – 15:00 (Portugal Continental e Madeira)

14:00 (Açores)

Duração máxima – 120 minutos

**Nota:** Ler atentamente todas as questões.

---

Existe uma tabela com dados no final da prova.

### PARTE I — ESCOLHA MÚLTIPLA

1. Em Portugal, se Vénus for visto a Este depois do Sol se pôr, o que acontece na manhã seguinte?
  - a) Vénus estará ocultado pelo Sol.
  - b) Vénus irá nascer antes do Sol.
  - c) Vénus irá nascer depois do Sol.
  - d) Vénus nunca está a Este ao pôr-do-Sol.
2. A paralaxe é usada para medir a distância a estrelas relativamente próximas. De que se trata?
  - a) Da medição do diâmetro do objecto no céu.
  - b) Da medição da variação aparente de brilho do objecto devido à órbita da Terra em torno do Sol.
  - c) Da medição do movimento aparente do objecto devido ao movimento de translação da Terra.
  - d) Da medição do desvio para o vermelho ou para o azul da luz do objecto.
3. Ao observar uma estrela muito jovem com uma massa igual à do Sol verifica-se que ela é mais vermelha do que o Sol. Porquê?
  - a) As estrelas jovens estão rodeadas de gás e poeiras que “avermelham” a sua luz.
  - b) As estrelas são todas mais vermelhas quando são jovens.
  - c) Uma estrela jovem é mais fria do que uma estrela adulta de igual massa.
  - d) Uma estrela jovem é menos fria do que uma estrela adulta de igual massa.

4. Os elementos mais pesados da tabela periódica são formados:

- a) No interior das estrelas, por fusão de elementos mais leves.
- b) Nas explosões de supernova.
- c) Por interação de elementos do meio inter-estelar com radiação de alta energia.
- d) Nas atmosferas de anãs castanhas.

5. Considera as afirmações I e II:

**I.** A temperatura no núcleo do Sol é superior a 1 milhão de graus Celsius e a temperatura na superfície do Sol é de cerca de 6000 graus Celsius.

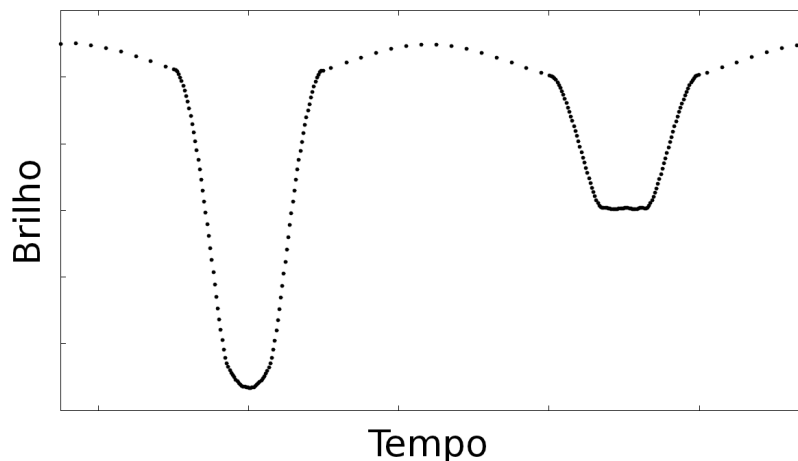
**II.** No espectro de luz do Sol observam-se riscas de absorção.

Qual das seguintes opções é verdadeira?

- a) A afirmação I é falsa e a afirmação II é verdadeira.
- b) A afirmação I é verdadeira e a afirmação II é falsa.
- c) Ambas as afirmações são correctas, e a afirmação I é a razão da afirmação II.
- d) Ambas as afirmações são correctas, e a afirmação II é a razão da afirmação I.

## PARTE II — DESENVOLVIMENTO

6. No gráfico abaixo vemos a curva de luz de um binário de estrelas. Este mostra-nos o brilho do conjunto das duas estrelas com o passar do tempo. O telescópio não as consegue resolver, por estarem muito próximas, mas a existência do binário é indicada pelos dois mínimos no gráfico que representam a passagem alternada de cada estrela em frente da outra. Comenta a seguinte frase: "Uma vez que os dois mínimos têm profundidades diferentes, podemos concluir que as estrelas têm diâmetros diferentes."



7. HD209458 é a estrela em que foi detectado o primeiro trânsito de um planeta extra-solar. Sabe-se hoje que esta estrela tem pelo menos um planeta gigante que a orbita com uma órbita quase circular de raio  $a = 0.04747$  unidades astronómicas, e com um período  $P$  de 3.5 dias. A estrela tem uma massa  $M_*$  cerca de 1.15 vezes a massa do Sol, e um raio  $R_*$  1.15 vezes maior do que o do Sol.

a) Assumindo uma órbita perfeitamente circular deduz a seguinte expressão para o tempo de trânsito do planeta ( $T_t$ ), ou seja, o tempo que o planeta demora a cruzar o disco da estrela. Explica brevemente as aproximações que usares.

$$T_t = \frac{PR_*}{\pi a}$$

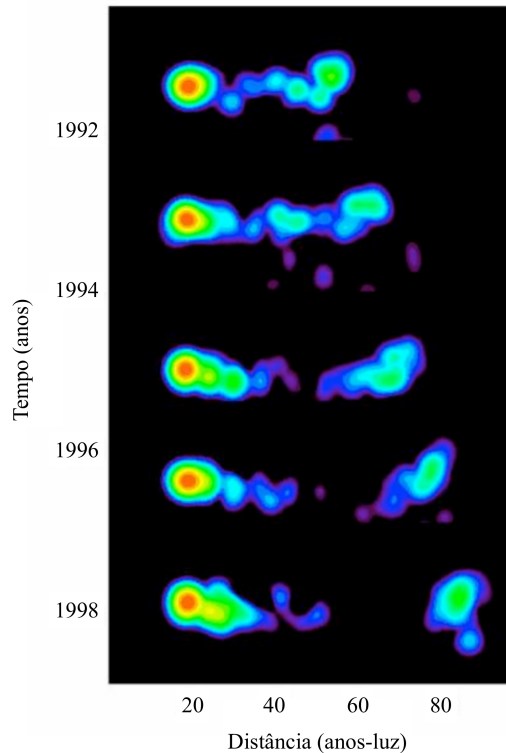
b) Usando a expressão anterior, calcula o tempo de trânsito para este planeta.

8. 3C279 é um quasar altamente variável, conhecido por um fenómeno chamado movimento superluminoso. A figura contém imagens do jacto deste objecto no rádio (22 GHz) tiradas com um telescópio chamado VLBA. As cinco imagens correspondem a imagens tiradas ao longo de sete anos, de 1991 a 1998. Detectou-se uma componente estacionária (A) do lado esquerdo e uma outra componente à direita (B) que se movimenta ao longo do tempo.

a) Sabendo que entre 1991 e 1998 a componente B se deslocou 25 anos-luz, calcula a velocidade aparente desta componente no plano do céu em m/s, e também em função da velocidade da luz.

b) O facto da velocidade aparente ser maior que a velocidade da luz chama-se movimento superluminoso, mas de acordo com a Relatividade Especial, valores de velocidades superiores à velocidade da luz são impossíveis. Na realidade isto não é um efeito real mas sim uma ilusão provocada por uma combinação de dois factores: a componente B de 3C279 viaja a velocidades próximas da luz e o ângulo de observação do jacto em relação ao observador é pequeno. Usando a fórmula:

$$V_{app} = \frac{\beta c \sin \theta}{1 - \beta \cos \theta}$$



onde  $V_{app}$  é a velocidade aparente,  $\beta = V_{real}/c$ , e  $\theta$  é o ângulo de observação do jacto, e sabendo que o ângulo de observação é de 2 graus, calcula a velocidade real ( $\beta$ ) da componente B do jacto de 3C279.

9. O fluxo solar (potência por unidade de área) na superfície da Terra é de aproximadamente 1 kilowatt por metro quadrado.
- Qual é a potência total gerada pelo Sol?
  - Usando a relação de Einstein entre matéria e energia, qual a taxa a que a matéria está a ser convertida em energia pelo Sol? (Se não resolvesse a questão anterior, assume que a potência do Sol é  $4 \times 10^{22}$  watts.)

**Fim da prova**

**Tabela de dados:**

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

Constante gravitacional:  $G = 6.672 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2\text{kg}^{-2}$

Massa do Sol:  $M_{\odot} = 1.98 \times 10^{30} \text{ kg}$

Raio do Sol:  $R_{\odot} = 6.96 \times 10^8 \text{ m}$

Luminosidade do Sol:  $L_{\odot} = 3.846 \times 10^{26} \text{ W}$

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

Constante de Stefan-Boltzmann:  $\sigma = 5.67032 \times 10^{-8} \text{ Wm}^{-2}\text{K}^{-4}$

Distância média da Terra ao Sol: 149 600 000 km

**Conversão de unidades:**

Unidade Astronómica (UA):  $1 \text{ UA} = 1.49 \times 10^{11} \text{ m}$

1 parsec (pc) =  $3.086 \times 10^{16} \text{ m}$