

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

Prova da eliminatória regional

18 de abril de 2018

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

Duração máxima – 120 minutos

**Notas:** Leia atentamente todas as questões. As primeiras 6 questões são de escolha múltipla. 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 destes astros do sistema solar tem a órbita com maior excentricidade?

- a) Plutão
- b) Júpiter
- c) Terra
- d) Mercúrio

**R: A**

**2)** Uma estrela A tem uma magnitude aparente de 3 e uma estrela B tem uma magnitude aparente de 6. Qual das duas estrelas parece mais brilhante no céu noturno?

- a) estrela A
- b) estrela B
- c) impossível de determinar, pois não sabemos a magnitude absoluta
- d) ambas são invisíveis ao olho humano

**R: A**

**3)** Em Setembro de 2015, teve lugar a primeira detecção de ondas gravitacionais. Que tipo de fenómeno se acredita ter sido responsável pela geração dessas ondas?

- a) uma colisão entre buracos negros
- b) a morte de uma estrela

- c) o nascimento de uma estrela
- d) o "Big Bang"

**R: A**

**4)** O ciclo solar mostra a atividade do Sol em intervalos de aproximadamente:

- a) 3 anos
- b) 10 anos
- c) 11 anos
- d) 13 anos

**R: C**

**5)** O que é um pulsar?

- a) um buraco negro
- b) uma anã branca
- c) uma gigante vermelha
- d) uma estrela de neutrões

**R: D**

**6)** Uma estrela tem uma temperatura superficial de 4000 K.

**6.1)** O comprimento de onda do máximo de emissão da estrela é...

- a) 257 nm
- b) 402 nm
- c) 527 nm
- d) 725 nm

**R: D**

**6.2)** A cor desta estrela é

- a) Vermelha
- b) Branca
- c) Amarela
- d) Azul

**R: A**

**7)** O João e a Joana foram numa missão lunar para construir dois campos lunares em lados opostos da Lua, no equador lunar. Nas comunicações do primeiro dia quando falaram um com o outro o João disse para a Joana:

- A Terra está mesmo sobre a minha cabeça em quarto minguante com a constelação de Oriente mesmo ao pé dela. O Sol está mesmo junto ao horizonte e acabou de nascer.

A Joana respondeu:

- Pois eu vejo um céu totalmente estrelado, e o sol está a pôr-se.

Considerando o diálogo acima e que as coordenadas selenográficas são semelhantes às geográficas considerando um “paralelismo” entre os eixos norte-sul da Lua e da Terra:

a) Representa na folha de prova o Sol, a Terra e Lua na folha de prova e assinala com um ponto as posições do João e da Joana considerando que estamos a ver o sistema a partir do Norte. Assinala a posição da Lua como sendo a posição Lua

**R (a, c):**



b) Em que pontos cardeais nasce e se põe o Sol na Lua?

**R: Nasce a Leste e põe-se o Oeste.**

c) No esquema anterior, representa com uma seta a trajetória da Lua nos dias seguintes até uma posição Lua 2 atingida 14 dias mais tarde assinalando as posições do João e da Joana sobre a Lua.

d) Descreve um diálogo semelhante ao anterior entre o João e a Joana nesse dia, no qual indicam ao outro o que cada um deles vê.

**R: O João disse para a Joana:**

-A Terra está mesmo sobre a minha cabeça em quarto crescente com o céu todo estrelado. O Sol está mesmo junto ao horizonte e está a pôr-se.

A Joana respondeu:

**-Pois eu vejo um céu totalmente estrelado, com a constelação de Oriente sobre a minha cabeça e o sol está a pôr-se.**

**8)** O "Grupo Local" de galáxias é constituído por várias dezenas de galáxias e é o grupo do qual faz parte a nossa galáxia, a Via Láctea. Considera como 500 kpc a distância típica entre duas galáxias grandes no "Grupo Local" e  $M = -20$  a grandeza absoluta típica de uma galáxia.

a) Até que distância se conseguem resolver as galáxias dum grupo de galáxias como o nosso num telescópio com limite de resolução de 1"?

**R:** Usando a trigonometria:  $\theta = \text{'tamanho'} / \text{'distância'}$ . Em radianos,  $1'' = \pi/180 \times 1/3600 = 4.84813E-6$ .

$\text{'distância'} = \text{'tamanho'} / \theta = 500 \text{ kpc} / 4.84813E-6 \approx \underline{1.03E8 \text{ kpc}} \approx 103 \text{ 000 Mpc}$

b) Até que distância são visíveis as galáxias se a grandeza máxima detetável pelo telescópio for  $m = 25$ ?

**R:**  $m - M = 5 \times \log_{10}(d[\text{pc}]) - 5 \Leftrightarrow 25 - (-20) = 5 \times \log_{10}(d[\text{pc}]) - 5 \Leftrightarrow (25 + 20 + 5) / 5 = \log_{10}(d[\text{pc}]) \Leftrightarrow 10 = \log_{10}(d[\text{pc}]) \Leftrightarrow \underline{d = 10^{10} \text{ pc}} = 10 \text{ 000 Mpc}$

c) Diz, justificando, qual é o maior tipo de estrutura conhecida no Universo.

**R:** O maior tipo de estrutura conhecida no Universo é o superenxame de galáxias. Um superenxame de galáxias é um enxame de enxames de galáxias e são os maiores sistemas conhecidos até hoje ligados pela gravidade.

**9)** A Cosmologia é o ramo da ciência que estuda a origem, estrutura atual, evolução e destino final do Universo. A maior parte dos astrónomos aceitam a descrição da teoria do *big bang* porém, existem modelos alternativos sobre a origem ou o futuro do Universo (modelos cosmológicos).

a) Descreve o princípio básico de todos os modelos cosmológicos.

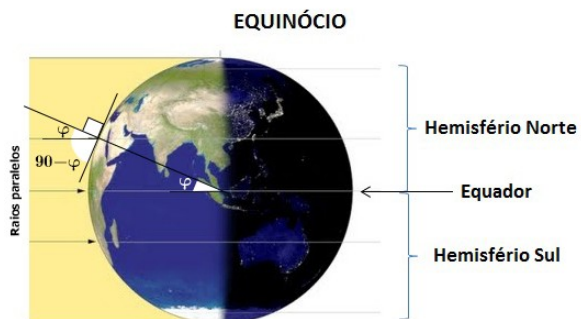
**R:** O princípio básico de todos os modelos cosmológicos é o princípio cosmológico que estabelece que a uma escala suficientemente grande o Universo é homogéneo e isotrópico.

b) Descreve a lei de Hubble e explica por que é que a constante de Hubble é tão importante em Cosmologia.

**R:** A lei de Hubble diz que a velocidade de afastamento de uma galáxia (v) é directamente

proporcional à distância a que está de nós (d). Esta lei pode ser escrita algebricamente como  $v=Hd$ , onde H é a constante de Hubble. A constante de Hubble é muito importante em Cosmologia porque nos dá a taxa a que as galáxias se estão a afastar ou à qual o Universo se está a expandir, constituindo uma base para se calcular o tamanho e a idade do Universo.

- 10)** No dia 21 de setembro, o Sol está posicionado diretamente sobre o equador da Terra. Qual será a altura máxima do Sol nesse dia no Centro Geodésico de Portugal Continental, que está localizado no concelho de Vila de Rei, na Serra da Melriça, coordenadas:  $39^{\circ} 41' N 8^{\circ} 7' W$ . Justifica com base num esquema em que representes as relações geométricas entre as duas posições.



**R:**

**Do esquema pode verificar-se geometricamente que no equinócio, ao meio-dia, o Sol estará a Sul para qualquer lugar do hemisfério norte. A altura do Sol (ângulo que a direção do Sol faz com o horizonte) será  $90 - \varphi$ , em que  $\varphi$  é a latitude do lugar. No concelho de Vila de Rei, na Serra da Melriça, a latitude é  $39^{\circ} 41' N$ , logo a altura do Sol será**

$$h = 90^{\circ} - 39^{\circ} 41' = 51^{\circ} 17'$$

- 11)** Imaginemos que, algures no futuro, haverá uma comunidade de astrónomos a viver em Marte. Eles decidem definir uma nova unidade astronómica, desta vez referente à órbita marciana, cujo semi-eixo maior é cerca de 1.52 unidades astronómicas (terrestres). Se eles definirem um novo parsec (unidade de paralaxe astronómica) seguindo a mesma lógica:

a) quantas unidades astronómicas marcianas haverá num parsec marciano?

**R: 206265 UA, tal como no caso da paralaxde terrestre**

b) quantas unidades astronómicas terrestres constituem um parsec marciano?

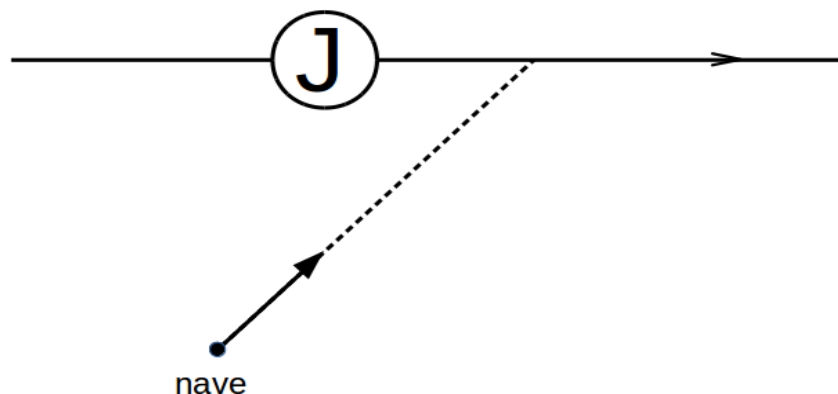
**R: semi-eixo de Marte em UA terrestres = 1.52 => 1 pc marciano =  $1.52 * 206265 = 313523$**

**UA**

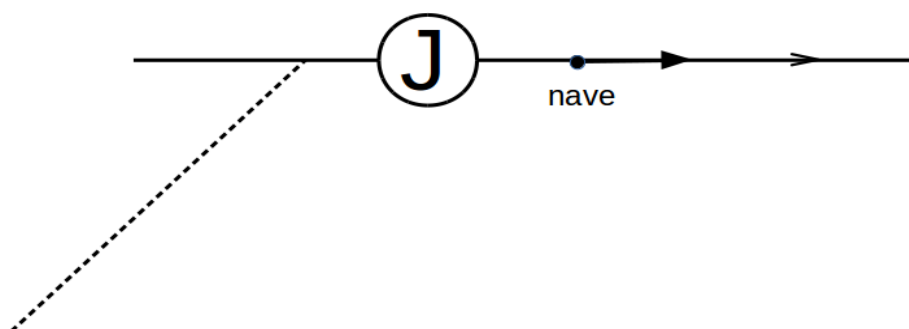
c) qual dos dois métodos - paralaxe marciana ou paralaxe terrestre - permite calcular distâncias com maior precisão? Porquê?

**R: o método marciano tem mais precisão porque, para a mesma distância a uma estrela, a paralaxe medida a partir de Marte é maior devido à sua órbita mais larga.**

**12)** Considera uma nave que se aproxima de Júpiter. Numa altura em que ela ainda está fora da influência gravítica de Júpiter, a nave tem uma velocidade heliocêntrica  $v_H$  de 18.5 km/s e a sua trajectória intersecta a trajectória de Júpiter segundo um ângulo de 45 graus. A velocidade orbital de Júpiter é 13.1 km/s.



Depois da nave passar por Júpiter, a sua velocidade fica alinhada ao longo da direcção em que Júpiter orbita o Sol, no mesmo sentido da órbita joviana.



a) Calcula a magnitude e a direcção da velocidade  $v$  da nave no referencial de Júpiter antes do *fly-by*.

**R: usar relatividade de galileu =>  $v = 13.1 \text{ km.s}^{-1}$ , perpendicular à órbita heliocêntrica de Júpiter**

b) Determina a velocidade  $v'$  da nave no referencial de Júpiter depois do *fly-by*.

**R: Por conservação de energia a magnitude da velocidade após o fly-by é igual => 13.1 km/s**

c) Determina a velocidade heliocêntrica  $v'_H$  da nave depois do *fly-by*.

**R: usar relatividade de galileu => 26.2 km/s**

d) Compara os valores das duas velocidades  $v_H$  e  $v'_H$ . Significa isto que o princípio de conservação de energia foi violado? Justifica a resposta.

**R: Não, a energia ganha pela nave equivale à energia perdida por**

## Júpiter.

### Tabela de dados:

#### Constantes universais

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

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

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

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

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<sup>-1</sup>]

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:  $F_g = G \frac{Mm}{r^2}$