

10^{as} Olimpíadas Nacionais de Astronomia

Prova da final nacional – PROVA TEÓRICA

17 de abril de 2015

16H45

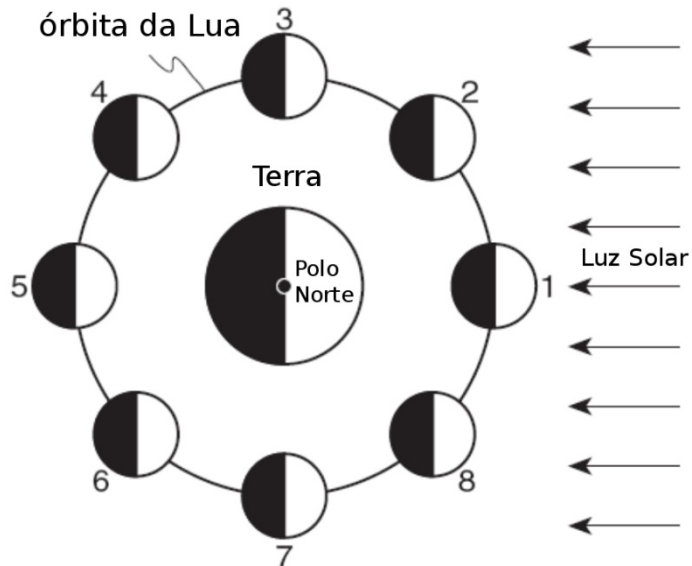
Duração máxima – 120 minutos

Notas: Leia atentamente todas as questões.

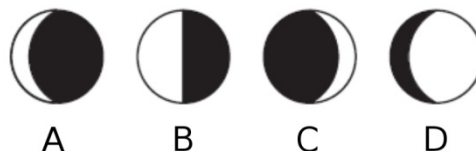
Todas as respostas devem ser dadas na folha de prova sendo devidamente assinadas.

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

- 1- O diagrama seguinte representa a Lua na sua órbita, vista por cima do pólo Norte terrestre.



Qual das seguintes opções representa a Lua, vista a partir do hemisfério norte da Terra, quando se encontra na posição 2?



- 2- Cada um dos seguintes diagramas representa, da esquerda para a direita, os planetas Mercúrio, Vénus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Úrano e Neptuno. Qual deles representa corretamente o tamanho relativo dos oito planetas do sistema solar?



- 3- Selecione a afirmação VERDADEIRA:

- A.** As estrelas formam-se no interior de nuvens frias e densas, geralmente em grupos.
- B.** As estrelas formam-se no interior de nuvens frias e densas, e forma-se, normalmente, apenas uma estrela em cada nuvem.
- C.** As estrelas formam-se no interior de nuvens muito quentes e densas, geralmente em grupos.
- D.** As estrelas formam-se no interior de nuvens muito quentes e densas, e forma-se, normalmente, apenas uma estrela em cada nuvem.

4- Selecione a afirmação FALSA:

- A. A massa de um buraco negro estelar é menor do que a massa da estrela que, ao morrer, lhe deu origem.
- B. A densidade de um buraco negro estelar é maior do que a densidade média da estrela que, ao morrer, lhe deu origem.
- C. Os buracos negros situados no centro de muitas galáxias têm massas semelhantes às dos buracos negros produzidos pela morte de uma estrela.
- D. As estrelas cuja morte resulta num buraco negro têm massas superiores a 25 vezes a massa do Sol.

5- Coloque, por ordem crescente de massa, as seguintes galáxias:

A – galáxia elíptica

B – galáxia anã

C – galáxia espiral

6- Diz-se que um planeta está em oposição ao Sol quando o Sol, a Terra e esse planeta encontram-se aproximadamente numa linha reta, ou seja, a partir da Terra, o planeta e o Sol encontram-se em zonas opostas do céu. No dia 5 de Janeiro de 2014 ocorreu uma oposição de Júpiter. Esta será a maior aproximação entre os dois planetas até 2020.

- a) Assumindo que as órbitas são circulares, relaciona o ângulo θ_J , correspondente ao arco percorrido por Júpiter na sua órbita em torno do Sol entre duas oposições sucessivas, com o ângulo θ_T correspondente ao arco percorrido pela Terra no mesmo intervalo de tempo.
- b) Mostre que o período sinódico, T_S - intervalo de tempo entre duas oposições sucessivas, do planeta Júpiter é dado por:

$$T_S = \frac{T_T \cdot T_J}{T_J - T_T}$$

em que T_J é o período de translação de Júpiter e T_T é o período da translação da Terra.

- c) Calcule o dia, em 2020, em que irá ocorrer a oposição, sabendo que a distância de Júpiter ao Sol é de 5.2 UA.

7- 1. A 3ª Lei de Kepler pode ser escrita sob a forma de

$$P^2 = ka^3 \text{ em que } k = \frac{4\pi^2}{G(m_1+m_2)}$$

Sabendo-se que P é o período de translação, a é o semi-eixo maior da órbita elíptica e m_1 e m_2 são as massas dos dois corpos em translação em torno do centro de massa do sistema:

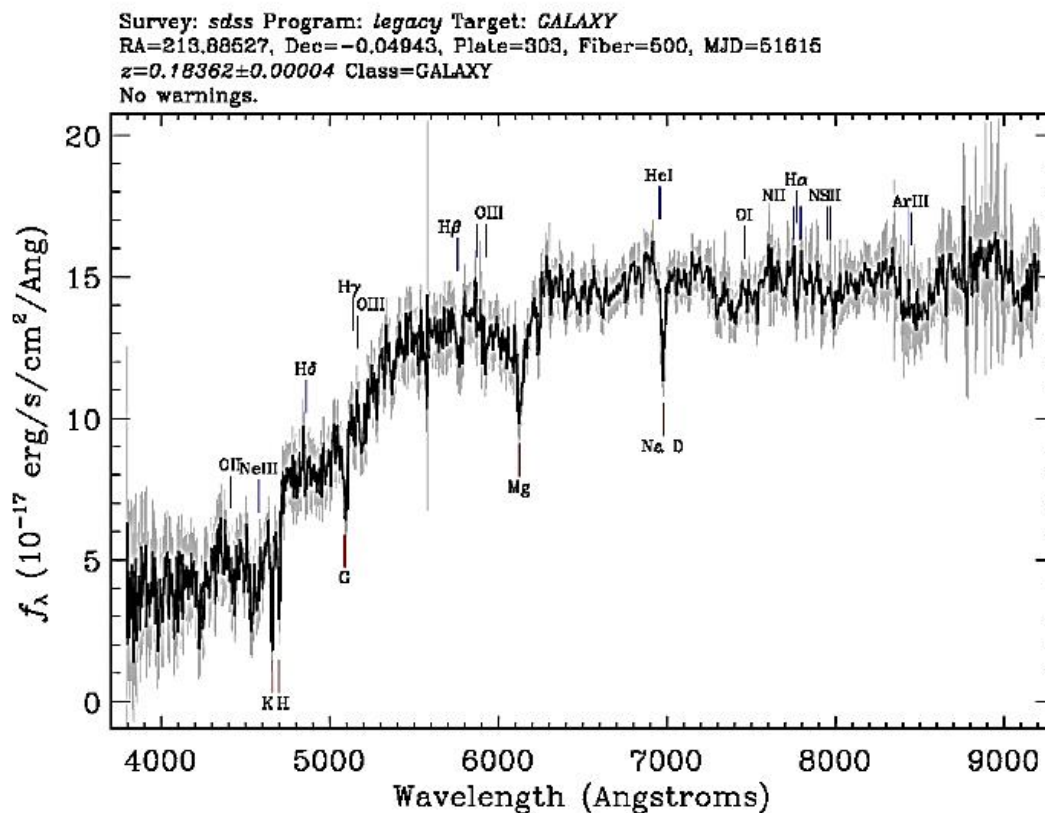
- a) Explique porque razão na maior parte dos estudos de sistemas planetários (por exemplo, no sistema solar) os astrofísicos consideram a grandeza k constante para efeitos de cálculo.
- b) Considerando um sistema planetário em que todos os planetas têm uma massa muito menor que a sua estrela e em que um planeta tem um período de translação de 1 ano e se encontra à distância da sua estrela de 1 unidade astronómica, calcule o período de translação de um planeta que tem o semi-eixo maior da órbita a a 5,2 unidades astronómicas da estrela.

8- No interior do Sol a temperatura e a pressão são suficientemente elevadas para permitir a fusão de hidrogénio em hélio. Cada reacção completa liberta cerca de $4,3 \times 10^{-12} \text{ J}$ de energia. Através destas reacções de fusão nuclear, o Sol liberta, por segundo, $3,8 \times 10^{26} \text{ J}$ de energia para o espaço. Em comparação, a barragem mais produtiva de Portugal, a Barragem de Bemposta, produz, em média, $1,2 \times 10^8 \text{ J}$ de energia por segundo.

- a) Como se chama a cadeia de reacções responsável pela formação da maior parte da energia do Sol?
- b) Calcule a quantidade de massa de hidrogénio que o Sol converte em hélio em cada segundo.

- c) Confirme que a Barragem da Bemposta demora apenas um instante ($3,6 \times 10^{-20} s$!) a produzir a energia correspondente a cada reação nuclear que ocorre no interior do Sol. Se cada reação liberta tão pouca energia, explique como é que o Sol como um todo produz tanta energia por segundo.
- d) Durante quantos anos teria que trabalhar a Barragem de Bemposta para produzir a energia que o Sol produz em cada segundo? Como se compara esse valor com a idade do Universo ($13,77 \times 10^9$ anos)?

9- A figura seguinte mostra o espectro visível duma galáxia elíptica, no qual está representado, no eixo dos xx , o comprimento de onda observado.



- a) Nomeie dois constituintes básicos duma galáxia elíptica.
- b) Identifique uma risca/banda de absorção no espectro.
- c) Qual é, aproximadamente, o comprimento de onda observado de *Na D* ?
- d) Sabendo que o comprimento de onda emitido pelo *Na D*, em laboratório, é de aproximadamente 5890 Angströms, calcule o *redshift* da galáxia elítica.

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

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

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

Relações importantes:

3ª Lei de Kepler: $\frac{P_A^2}{P_B^2} = \frac{a_A^3}{a_B^3}$, para quaisquer dois planetas A e B em torno do Sol

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

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

Equivalência massa-energia: $E = m c^2$

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