

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

1ª PROVA ONLINE DE 1º DE OUTUBRO DE 2017

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2018 -

1) O que podemos afirmar, com certeza, sobre o Sol e as estrelas?

- a) O Sol é muito maior que as estrelas
- b) As estrelas são mais distantes que o Sol
- c) O Sol é o centro da galáxia, diferente das estrelas
- d) O Sol é quente, enquanto as estrelas são frias
- e) Em branco

Resposta: b) As estrelas são mais distantes que o Sol

2) Considere os seguintes estágios na evolução de uma estrela de 1 massa solar:

- I) Gigante Vermelha
- II) Nebulosa Planetária
- III) Anã Branca
- IV) Sequência Principal
- V) Flash do Hélio

A ordem correta desses estágios é:

- a) IV – I – V – II – III
- b) IV – V – I – II – III
- c) II – I – IV – V – III
- d) V – IV – I – II – III
- e) Em branco

Resposta: a) IV – I – V – II – III

Sequência Principal → Gigante Vermelha → Flash do Hélio → Nebulosa Planetária → Anã Branca

3) Em 20 de março, o Sol ocultou-se diretamente na direção do ponto cardinal oeste, como mostra o diagrama abaixo. Onde ele se ocultou duas semanas depois?

- a) Mais para o Sul
- b) No mesmo lugar
- c) Mais para o Norte
- d) Impossível prever
- e) Em branco



Resposta: c) Mais para o Norte

Se o Sol se pôs em 20 de março exatamente no ponto cardinal oeste, então era o dia do Equinócio de março ou de outono. Depois do Equinócio de Outono, o Sol continua a se deslocar para o Norte até o Solstício de Inverno.

4) Uma das lunetas utilizadas no Programa de Observação do Céu, do Museu de Astronomia e Ciências Afins, é a centenária Equatorial de 21 cm, que tem este nome porque sua objetiva tem aproximadamente este diâmetro. Sabendo que a Lua apresenta um diâmetro angular de 30', qual deve ser o tamanho da Lua no plano focal deste instrumento? Considere a luneta com razão focal $f/14,3$.

- a) 2,60 cm
- b) 1,80 cm
- c) 1,47 cm
- d) 0,26 cm
- e) Em branco

Resposta: a) 2,60 cm

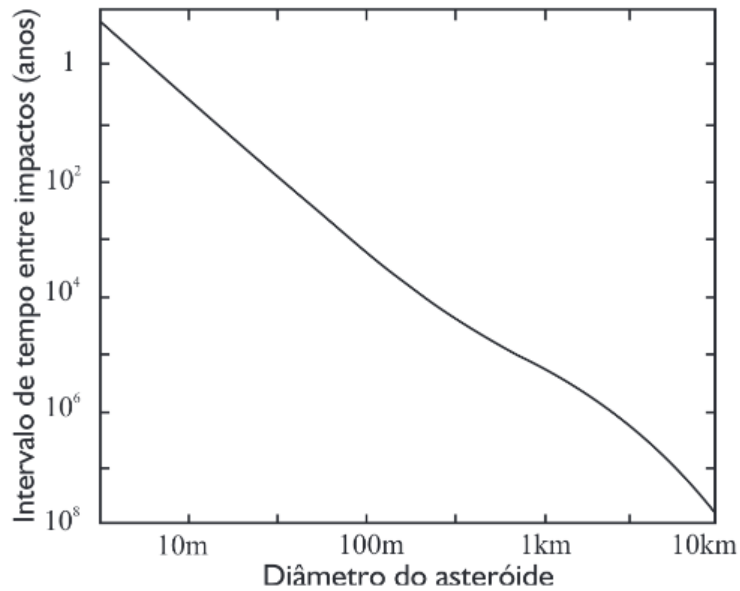
$L = r\theta$, onde L é o tamanho da imagem da Lua, r é a distância focal da Luneta e θ é o diâmetro angular da Lua expresso em radianos

$$\theta = \frac{30' \times \pi}{180^\circ \times 60'} \cong 8,73 \times 10^{-3} \text{ rad}$$

$$f/D = 14,3 \rightarrow f = 14,3 \times 0,21 \text{ m} \cong 3,0 \text{ m}$$

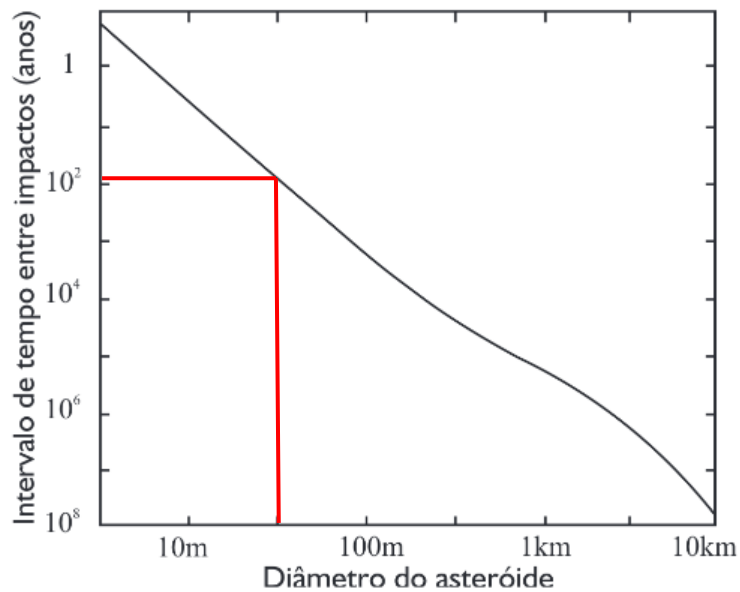
$$L = 3,0 \text{ m} \times 8,73 \times 10^{-3} \text{ rad} \cong 0,026 \text{ m} = 2,6 \text{ cm}$$

5) A análise das crateras de impacto na Terra revela que, felizmente, o número atual de fragmentos cósmicos (meteoritos) decresce conforme o tamanho deles aumenta. Por isso a probabilidade de colisão da Terra com um objeto grande (e perigosa para nós) é pequena, todavia não é nula. A figura a seguir traz a probabilidade teórica de impacto cósmico em função do tamanho do objeto (fonte: Jakosky, B.: The Search for Life on Other Planets, Cambridge University Press, 25, 1998).



Analisando o gráfico, podemos afirmar que, em teoria, o intervalo médio de queda de um objeto cósmico de ~30 m de diâmetro é da ordem de:

- a) 1 a cada ano
- b) 1 a cada 10 anos
- c) 1 a cada 100 anos
- d) 1 a cada 1000 anos
- e) Em branco



A escala horizontal é logarítmica, portanto, ~30 m equivale ao traço entre 10^1 m e 10^2 m
 Resposta: c) 1 a cada 100 anos

6) Considere as afirmações a seguir e responda:

I - A estrela **A** aparenta ter o mesmo brilho que a estrela **B**, vistas da Terra. Portanto, podemos dizer que elas estão à mesma distância da Terra;

II - Uma estrela de magnitude aparente +1 é mais brilhante que uma de magnitude aparente -1;

III - Como em todas as estrelas, o diâmetro de uma Anã Branca depende de sua temperatura.

- a) Todas estão corretas
- b) Apenas a II e III estão corretas
- c) Apenas a III está correta
- d) Todas estão erradas
- e) Em branco

Resposta: d) Todas estão erradas

- Afirmação I está errada, pois o brilho de uma estrela depende da distância dela até nós. Elas só estariam à mesma distância se elas também tivessem a MESMA LUMINOSIDADE, mas isso não foi dito;
- Afirmação II está errada, pois a escala de magnitudes é invertida, quanto menor o número, mais brilhante é a estrela;
- Afirmação III está errada, pois o diâmetro de uma Anã Branca dependerá da sua massa.

7) O brilho do disco solar (sua magnitude aparente) é proporcional a área da sua superfície visível. Em 21 de agosto deste ano aconteceu um eclipse solar, visível como parcial no norte e nordeste do Brasil. Em Fortaleza, por exemplo, durante o máximo do eclipse, a Lua encobriu 40% do disco do Sol.

Sabendo que a magnitude aparente do Sol é $m_{\text{Sol}} = -26,7$, a magnitude do Sol no momento do eclipse máximo foi de aproximadamente:

- a) -10,7
- b) -16,0
- c) -22,7
- d) -26,1
- e) Em branco

Resposta: d) -26,1

Pela equação de Pogson, temos:

$$m_2 - m_1 = -2,5 \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

Como 40% do disco solar foi coberto, temos que o fluxo durante o máximo do eclipse correspondeu a 60% do fluxo total do Sol.

$$F_{\text{eclipse}} = 0,6F_{\text{Sol}} \leftrightarrow \frac{F_{\text{eclipse}}}{F_{\text{Sol}}} = 0,6$$

Substituindo-se os valores:

$$m_{\text{eclipse}} - m_{\text{Sol}} = -2,5 \log(0,6) \rightarrow m_{\text{eclipse}} = -26,7 + 0,55 \cong -26,1$$

8) A Bolha Local é a região do Universo onde se localiza o Sistema Solar, situada no Braço de Órion da Via Láctea. Estima-se que a densidade média do gás interestelar da Bolha é da ordem de 10^3 átomos/ m^3 .

Se considerarmos, em primeira aproximação, que este gás é composto apenas de hidrogênio, a massa total de gás interestelar contida nesta Bolha dentro de um volume igual ao da Terra será de aproximadamente:

- a) 5,4 g
- b) 1,8 g
- c) 5,4 kg
- d) 1,8 kg
- e) Em branco

Dados: raio da Terra: $6,37 \times 10^6$ m, massa do átomo de H: $1,66 \times 10^{-27}$ kg

Resposta: b) 1,8 g

Sabemos que: *densidade = massa/volume* \leftrightarrow *massa = densidade \times volume*

Vamos calcular, primeiro, o volume V_T da Terra:

$$V_T = \frac{4}{3}\pi(6,37 \times 10^6)^3 \cong 1,08 \times 10^{21} m^3$$

Substituindo-se os valores:

$$m_{gás} = \left(1,66 \times 10^{-27} \frac{kg}{átomo} \times 10^3 \frac{átomos}{m^3}\right) \times (1,08 \times 10^{21} m^3) \rightarrow m_{gás} \cong 1,79 \times 10^{-3} kg$$

9) A Lei de Wien (ou Lei do deslocamento de Wien) é a lei da física que relaciona o comprimento de onda onde se situa a máxima emissão de radiação eletromagnética de corpo negro e sua temperatura.

Um fóton deve ter comprimento de onda menor que $9,12 \times 10^{-8}$ m para ionizar um átomo de hidrogênio. A temperatura que uma estrela deve ter para que o pico de sua emissão de corpo negro seja neste comprimento de onda é de aproximadamente:

- a) $3,18 \times 10^{10}$ K
- b) $3,18 \times 10^6$ K
- c) $3,18 \times 10^4$ K
- d) $3,18 \times 10^2$ K
- e) Em branco

$$\lambda_{max} = \frac{b}{T}$$

onde λ é o comprimento de onda (em metros), b é a constante de proporcionalidade ($= 2,90 \times 10^{-3}$ m.K) e T é a temperatura do corpo (em kelvin)

$$\rightarrow T = \frac{2,90 \times 10^{-3} m.K}{9,12 \times 10^{-8} m} \rightarrow T \cong 3,18 \times 10^4 K$$

Resposta: c) $3,18 \times 10^4$ K

10) Betelgeuse (α Orionis) é uma estrela supergigante vermelha, e uma das maiores estrelas conhecidas, sendo de grande interesse para a astronomia. O seu diâmetro varia entre 550 e 920 vezes o do Sol em 3 anos.

Se a sua temperatura superficial permanece a mesma, a variação em magnitude durante este período será de aproximadamente?

- a) 0,60
- b) 1,12
- c) 1,67
- d) impossível calcular
- e) Em branco

Resposta: b) 1,12

A variação de magnitude será dada por:

$$\Delta m = m_2 - m_1 = -2,5 \log \left(\frac{F_2}{F_1} \right) = -2,5 \log \left(\frac{L_2}{L_1} \right)$$

Luminosidade, raio e temperatura efetiva de uma estrela estão relacionados através da seguinte equação:

$$L = 4\pi R^2 \sigma T_{ef}^4$$

Calculando o argumento do log:

$$\frac{L_2}{L_1} = \frac{4\pi(550R_{Sol})^2 \sigma T^4}{4\pi(920R_{Sol})^2 \sigma T^4} = \left(\frac{550}{920} \right)^2 \cong 357 \times 10^{-3}$$

Então:

$$\Delta m = -2,5 \log(357 \times 10^{-3}) \rightarrow \Delta m \cong +1,12$$

11) Vistas daqui, as estrelas do Cruzeiro do Sul podem ser conectadas com linhas imaginárias para formar a figura de uma cruz. Até onde teríamos que viajar, perpendicularmente à direção do Cruzeiro do Sul, para primeiro observar uma mudança notável na figura formada por estas estrelas?

- a) até a Austrália
- b) até a Lua
- c) até Plutão
- d) até uma estrela distante
- e) Em branco

Resposta: d) até uma estrela distante

As distâncias envolvidas são muito maiores do que as distâncias dentro do Sistema Solar.

12) No futuro, poderá haver pessoas trabalhando na Lua por muito tempo. Será possível observar um eclipse total do Sol morando na Lua?

- a) Sim, todos os meses;
- b) Não, nunca;
- c) Sim, mas só no momento que estivermos presenciando um eclipse lunar, da Terra;
- d) Sim, mas só no momento que estivermos presenciando um eclipse solar, da Terra;
- e) Em branco.

Resposta: c) Sim, mas só no momento que estivermos presenciando um eclipse lunar, da Terra

13) A Grande Mancha Vermelha de Júpiter é uma tempestade que vem sendo monitorada desde 1830 e, possivelmente, existe há mais de 350 anos. Medidas atuais indicam que ela está com 16.350 km de largura, e parece estar encolhendo.

Existem diversos métodos para se calcular o poder de resolução de um telescópio e um dos mais usados é o "Critério de Rayleigh". Para usá-lo basta dividir 138,4 pelo tamanho da objetiva em milímetros (para o comprimento de onda $\lambda = 550$ nm). O resultado será o poder de resolução, expresso em segundos de arco.

Qual deve ser o tamanho mínimo da objetiva (ou espelho) de um telescópio para que possamos distinguir (resolver) a Grande Mancha Solar de Júpiter? Para facilitar o cálculo, em primeira aproximação, despreze a turbulência atmosférica e considere Júpiter em oposição, ou seja, a 4,2 UA de distância de nós.

- a) 2,57 mm
- b) 25,7 mm
- c) 5,37 cm
- d) 53,7 cm
- e) Em branco

Resposta: b) 25,7 mm

Se Júpiter está em oposição ele está a 4,2 UA, ou seja: $4,2 \times 149,6 \times 10^9$ m = $628,3 \times 10^9$ m
O ângulo, em radianos, sob o qual vemos a GM a esta distância será:

$$\theta = \frac{16350 \times 10^3 \text{ m}}{628,3 \times 10^9 \text{ m}} \cong 2,6 \times 10^{-5} \text{ radianos}$$

Em segundos de arco:

$$\theta = 2,6 \times 10^{-5} \times \frac{180^\circ}{\pi} \times 3600''/^\circ \rightarrow \theta \cong 5,37''$$

Então, segundo o Critério de Rayleigh: $\text{resolução} = 138,4/D \leftrightarrow D = 138,4/\text{resolução}$

Substituindo-se os valores:

$$D_{\min} = 138,4/5,37 \cong 25,7 \text{ mm}$$

14) O ângulo de paralaxe de uma estrela é de 0,25". A que distância ela está de nós?

- a) 2 parsecs
- b) 2 anos luz
- c) 4 parsecs
- d) 0,25 ano luz
- e) Em branco

RESPOSTA: c) 4 parsecs

A distância em parsec de uma estrela é o inverso de sua paralaxe medida em segundos de arco. Portanto:

$$d(\text{pc}) = \frac{1}{p('')}$$

Substituindo-se o valor: $d = \frac{1}{0,25''} \rightarrow d = 4 \text{ parsecs}$

15) Duas estrelas de nêutrons de 3 massas solares cada se fundem dando origem a um buraco negro. Se, em primeira aproximação, nenhuma massa for perdida no processo, o raio do buraco negro resultante será:

Dado: massa do Sol $M_{\text{Sol}} = 1,99 \times 10^{30}$ kg

- a) 2,2 km
- b) 4,4 km
- c) 8,8 km
- d) 17,7 km
- e) Em branco

RESPOSTA: d) 17,7 km

Para o cálculo do raio do buraco negro, basta utilizar a fórmula da velocidade de escape, sendo esta velocidade igual a da luz.

$$v_{\text{esc}} = \sqrt{\frac{2GM}{r}} \rightarrow r = \frac{2G(6M_{\text{Sol}})}{v_{\text{luz}}^2}$$

Substituindo-se os valores:

$$r = \frac{2 \times (6,67 \times 10^{-11})(6 \times 1,99 \times 10^{30})}{(3,00 \times 10^8)^2} \cong 17,7 \times 10^3 \text{ m}$$

16) A tabela a seguir traz uma lista de estrelas, todas muito próximas ao Equador Celeste ($\delta \approx 0^\circ$), e suas ascensões retas:

Estrela	ascensão reta
1	1h
2	21h
3	11h
4	16h
5	5h

Considere as afirmações a seguir e responda

I – Quando a ascensão reta do Sol é $\alpha = 6\text{h}$, as estrelas 1, 3 e 5 estão abaixo do horizonte ao meio dia solar verdadeiro;

II – Quando a ascensão reta do Sol é $\alpha = 6\text{h}$, as estrelas 1, 3 e 5 estão acima do horizonte ao meio dia solar verdadeiro;

III – Quando a ascensão reta do Sol é $\alpha = 18\text{h}$, as estrelas 2 e 4 estão abaixo do horizonte ao meio dia solar verdadeiro;

IV – Quando a ascensão reta do Sol é $\alpha = 18\text{h}$, as estrelas 2, e 4 estão acima do horizonte ao meio dia solar verdadeiro;

- a) As afirmações I e III são verdadeiras
- b) As afirmações II e IV são verdadeiras
- c) Como as estrelas estão próximas ao Equador Celeste, elas estão sempre acima do horizonte.
- d) Apenas com estas informações não é possível saber quem está acima ou abaixo do horizonte.
- e) Em branco

Resposta: b) As afirmações II e IV são verdadeiras

Se a ascensão reta do Sol é $\alpha = 6h$, ao meio dia solar verdadeiro a porção da esfera celeste que estará acima do horizonte vai de $6h - 6h$ até $6h + 6h$, ou seja, de $0h \leq \alpha \leq 12h$. Portanto todas as estrelas nesta faixa estarão acima do horizonte ao meio dia solar verdadeiro (estrelas 1, 3 e 5).
Se a ascensão reta do Sol é $\alpha = 18h$, ao meio dia solar verdadeiro a porção da esfera celeste que estará acima do horizonte vai de $18h - 6h$ até $18h + 6h$, ou seja, de $12h \leq \alpha \leq 24h$. Portanto todas as estrelas nesta faixa estarão acima do horizonte ao meio dia solar verdadeiro (estrelas 2 e 4).

