

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

2ª PROVA ONLINE realizada em 13 de novembro de 2016

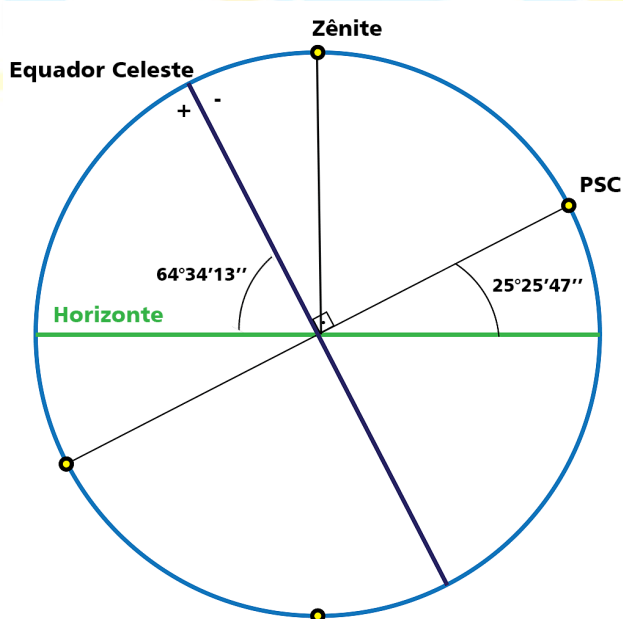
- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2017 -

1) Na noite de 16 de outubro de 2016, às 20h00 (Hora Legal Local), quais objetos não podem ser vistos no céu da cidade de Curitiba (Latitude = $25^{\circ} 25' 47''$ S, Longitude = $49^{\circ} 16' 19''$ O)?

- a) Objetos com $H < 0h$ (H = ângulo horário)
- b) Objetos com $\delta \geq + 65^{\circ}$ (δ = declinação)
- c) Objetos com $A < 49^{\circ}$ (A = azimute)
- d) Objetos com ângulo zenital maior que 55°
- e) Em branco

Resposta: b) Objetos com $\delta \geq + 65^{\circ}$

Observe o esquema abaixo para latitude de Curitiba. Lembramos que a altura do polo celeste elevado (no caso o Polo Sul Celeste) é igual à latitude do lugar.



2) Considere as seguintes afirmações:

I - A estrela **A** aparenta ser mais brilhante que a estrela **B**, vistas da Terra. Portanto, a estrela **A** está mais perto da Terra;

II - Uma estrela de magnitude aparente +5 é mais brilhante do que uma de magnitude aparente +2;

III - Gigantes vermelhas são muito brilhantes porque elas são extremamente quentes.

Agora marque a única alternativa certa:

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

Resposta: d) Todas estão erradas

Afirmação I: errada, pois a estrela **A** pode ser mais brilhante por ser mais luminosa.

Afirmação II: errada, pois a escala de magnitudes é invertida, portanto a estrela de magnitude +2 é mais brilhante que a estrela de magnitude +5.

Afirmação III: errada, as Gigantes vermelhas são muito brilhantes por serem mais luminosas devido ao seu tamanho.

3) O maior telescópio refrator do Brasil, a Equatorial de 46 cm, tem este nome porque sua objetiva tem 0,458 m de diâmetro. Ela está localizada no campus do Observatório Nacional, no Rio de Janeiro, e tem razão focal $f/14,2$. Sabendo que a Lua apresenta um diâmetro angular de $30'$, qual deve ser o tamanho da Lua no plano focal deste instrumento?

- a) 5,7 cm
- b) 0,57 cm
- c) 2,85 cm
- d) 1,80 cm
- e) Em branco

Resposta: a) 5,7 cm

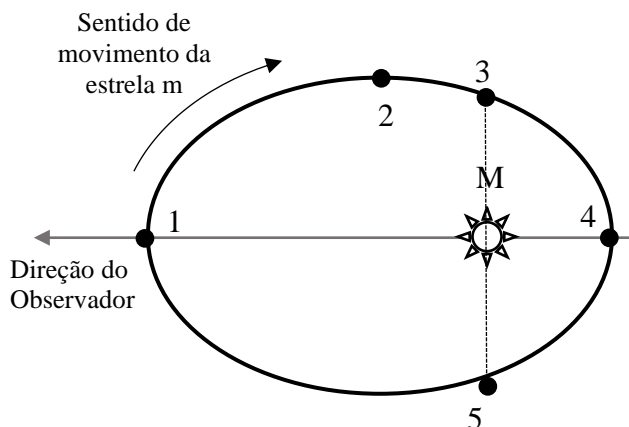
$L = r\theta$, onde L é o tamanho da imagem da Lua, r é a distância focal da Luneta e θ é o diâmetro angular da Lua expresso em radianos

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

$$f/D = 14,2 \rightarrow f = 14,2 \times 0,458 \text{ m} \cong 6,5 \text{ m}$$

$$L = 6,5 \text{ m} \times 8,73 \times 10^{-3} \text{ rad} \cong 0,057 \text{ m} = 5,7 \text{ cm}$$

4) A figura representa a órbita relativa de uma estrela binária. Uma estrela de massa m move-se ao redor de uma estrela de massa M no sentido indicado ($M \gg m$). O eixo maior da elipse está alinhado na direção do observador e está no plano do diagrama. De acordo com o observador, é correto dizer que:



- Nos pontos 3 e 5, a estrela m irá apresentar espectros idênticos
- Em 1, a velocidade radial da estrela m é máxima
- Em 4, a velocidade tangencial da estrela m é máxima
- Em 2 e 3, teremos linhas espectrais da estrela m deslocados para o azul
- Em branco

Resposta: c) Em 4, a velocidade tangencial da estrela m é máxima, pois a estrela está passando pelo seu periastro.

5) Duas estrelas têm magnitudes $-2,0$ e $1,5$. A mais brilhante fornece a um telescópio uma luminosidade de $5,0 \times 10^{-4}$ W. Qual é a luminosidade da estrela menos brilhante?

- $2,5 \times 10^{-6}$ W
- $2,0 \times 10^{-5}$ W
- $1,2 \times 10^{-2}$ W
- $9,7 \times 10^{-5}$ W
- Em branco

Resposta: b) $2,0 \times 10^{-5}$ W

$$m_2 - m_1 = -2,5 \log \frac{F_2}{F_1} = -2,5 \log \frac{L_2}{L_1}$$

$$-2,0 - (+1,5) = -2,5 \log \frac{5,0 \times 10^{-4}}{L_1}$$

$$L_1 = \frac{5,0 \times 10^{-4}}{10^{3,5/2,5}} \rightarrow L_1 \cong 2,0 \times 10^{-5} \text{ W}$$

6) Quando múltiplos radiotelescópios são usados para interferometria, o poder de resolução será maior se aumentarmos:

- a) a distância entre os radiotelescópios
- b) o número de radiotelescópios para uma dada área
- c) o diâmetro de cada radiotelescópio
- d) o suprimento elétrico de cada radiotelescópio
- e) Em branco

Resposta: a) a distância entre os radiotelescópios.

A interferometria com radiotelescópios compreende duas ou mais antenas distintas, utilizadas em conjunto para produzir o efeito de uma única antena de grandes dimensões, aumentando a poder de resolução. As antenas podem estar muito próximas ou mesmo superpostas, porém na maioria dos casos elas se encontram separadas por uma determinada distância.

7) As estrelas Cefeidas são estrelas variáveis de suma importância para o desenvolvimento da Astronomia. Isto porque elas possuem uma relação entre sua magnitude absoluta M e seu período de pulsação P , dada aproximadamente pela equação:

$$M = -3,125 \cdot \log(P) - 1,525$$

A partir da relação entre magnitude absoluta e período de pulsação de uma Cefeida, é possível afirmar que:

- a) estrelas Cefeidas que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas mais luminosas
- b) estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas menos luminosas
- c) estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta menor e, portanto, são estrelas mais luminosas
- d) estrelas Cefeidas que pulsam mais lentamente possuem magnitude absoluta maior e, portanto, são estrelas menos luminosas
- e) Em branco

Resposta: b) estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente possuem magnitude absoluta maior, e, portanto são estrelas menos luminosas.

Estrelas Cefeidas que pulsam mais rapidamente (P pequeno) possuem magnitude absoluta maior (já que ela é proporcional a menos o log de P), e, portanto são estrelas menos luminosas (quanto maior o valor da magnitude absoluta, menos luminoso é um objeto).

8) Um telescópio está apontado para uma estrela com as seguintes coordenadas:

$$\alpha = 0\text{h } 43\text{ min } 35,52\text{ s} / \delta = -17^\circ 59' 11,2''.$$

Pretende-se movimentar o telescópio para uma estrela com coordenadas:

$$\alpha = 1\text{h } 37\text{ min } 43\text{ s e } \delta = -57^\circ 14' 13,3''.$$

Qual será o deslocamento angular realizado pelo telescópio?

- a) $18^\circ 42' 46,4''$
- b) $40^\circ 31' 37,5''$
- c) $50^\circ 44' 37,1''$
- d) $59^\circ 16' 57,6''$
- e) Em branco

Resposta: b) $40^\circ 31' 37,5''$

Desenvolvimento:

$$\cos D = \sin \delta_1 \sin \delta_2 + \cos \delta_1 \cos \delta_2 \cos(\alpha_1 - \alpha_2)$$

$$\alpha_1 = 0,72653\text{ h} \rightarrow \alpha_1 = 10,89795$$

$$\delta_1 = -17,98644^\circ$$

$$\alpha_2 = 1,62861\text{ h} \rightarrow \alpha_2 = 24,42917^\circ$$

$$\delta_2 = -57,23703^\circ$$

Substituindo os valores na fórmula do triângulo esférico:

$$\cos D = \sin(-17,98644^\circ) \sin(-57,23703^\circ) + \cos(-17,98644^\circ) \cos(-57,23703^\circ) \cos(10,89795^\circ - 24,42917^\circ)$$

$$D = 40^\circ 31' 37,5''$$

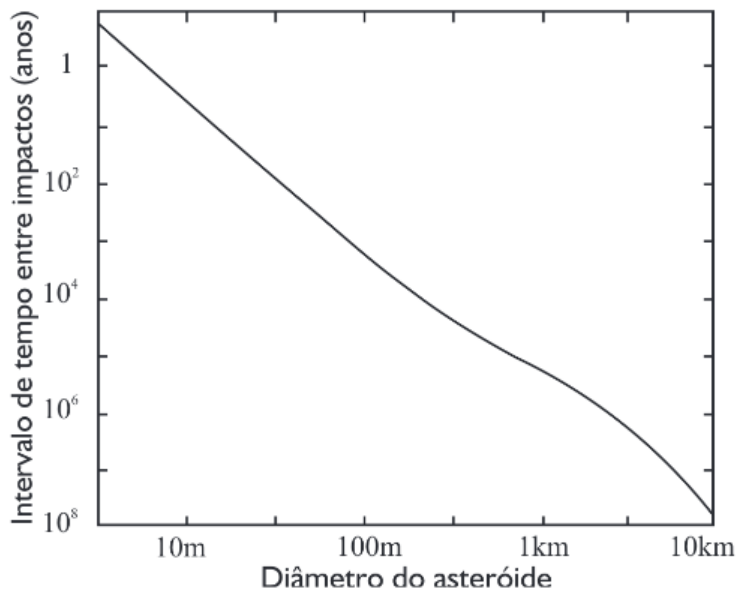
9) Em sua oposição o planeta Marte não pode estar em conjunção com certos planetas ou planetas anões. Das opções abaixo, assinale quais.

- a) Júpiter e/ou Saturno
- b) Vênus e/ou Mercúrio
- c) Urano e/ou Netuno
- d) Ceres e/ou Plutão
- e) Em branco

Resposta: b) Vênus e/ou Mercúrio

Vênus e Mercúrio estarão sempre no lado oposto a Marte na ocasião da oposição deste por não se afastarem angularmente mais de 48° e 28° respectivamente do Sol. Os demais podem estar em conjunção com Marte na oposição.

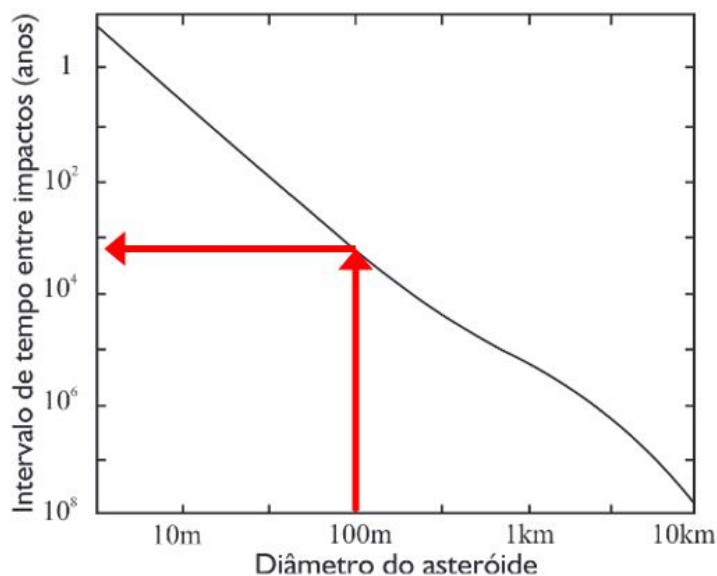
10) A análise das crateras de impacto na Terra revela que, felizmente, o número atual de fragmentos cósmicos (meteoritos) decresce conforme o tamanho deles aumenta. Por isso a probabilidade de colisão da Terra com um objeto grande (e perigosa para nós) é pequena, todavia não é nula. A figura a seguir 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 100 m de diâmetro é da ordem de:

- a) 100 anos
- b) 1.000 anos
- c) 10.000 anos
- d) 100.000 anos
- e) Em branco

Resposta: b) 1.000 anos



11) 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 $\lambda = 550 \text{ nm}$). O resultado será o poder de resolução, expresso em segundos de arco. Considere que a Lua tem 3474 km de diâmetro.

Qual deve ser o tamanho mínimo da objetiva (ou espelho) de um telescópio para que possamos distinguir (resolver) a cratera lunar Santos Dumont, de 8,7 km de diâmetro?

Para facilitar o cálculo, em primeira aproximação, despreze a turbulência atmosférica.

- (a) $D_{\min}=30,7\text{mm}$
- (b) $D_{\min}=3,07\text{mm}$
- (c) $D_{\min}=307 \text{ mm}$
- (d) $D_{\min}=3070 \text{ mm}$
- (e) Em branco

Resposta: (a) $D_{\min} = 30,7\text{mm}$

Se a Lua tem 3474 km e ocupa no céu aproximadamente $1800''$, então cada segundo de arco equivale a:

$$3474 \text{ km}/1800'' \rightarrow 1,93 \text{ km}$$

Como a Santos Dumont tem 8,7 km de diâmetro, só poderemos resolvê-la num telescópio que tenha resolução mínima de:

$$8,7 \text{ km}/(1,93 \text{ km}/'') \cong 4,5'' \text{ (desprezando a turbulência atmosférica)}$$

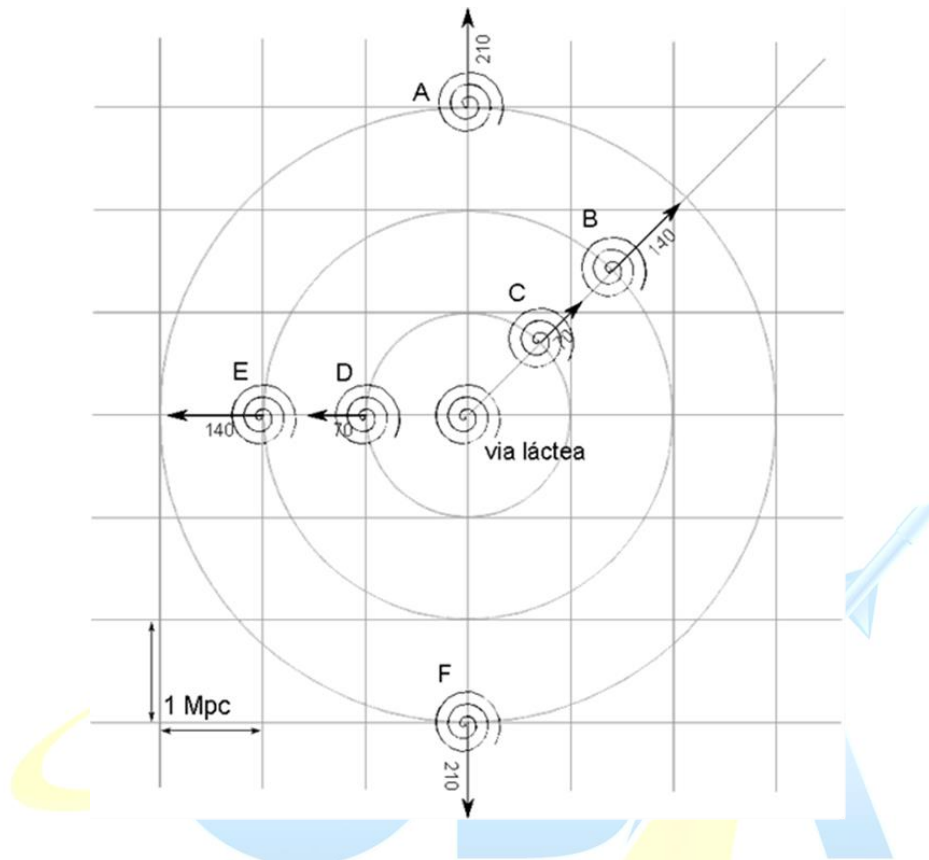
Então, segundo o Critério de Rayleigh:

$$D_{\min} = 138,4/4,5 \cong 30,7 \text{ mm}$$



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

12) Suponha que as galáxias se encontrem distribuídas segundo a figura seguinte. As velocidades de afastamento destas galáxias, em relação à Via Láctea, valem 70 km/s/Mpc . Que medida de velocidade obterá um extraterrestre (ET) vivendo na galáxia E em relação à galáxia D e à Via Láctea?



- a) 70 km/s se aproximando da galáxia D e 0 km/s da Via Láctea
- b) 70 km/s se afastando da galáxia D e 0 km/s da Via Láctea
- c) 70 km/s se aproximando da galáxia D e 140 km/s se afastando da Via Láctea
- d) 70 km/s se afastando da galáxia D e 140 km/s se afastando da Via Láctea
- e) Em branco

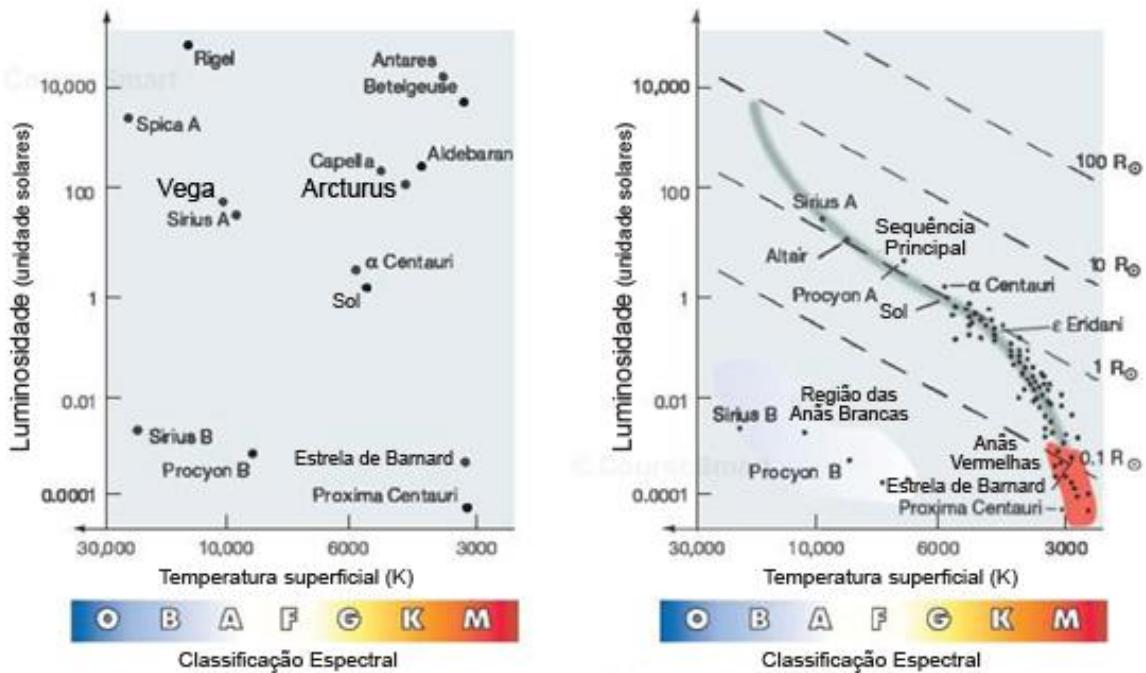
Resposta: d) 70 km/s se afastando da galáxia D e 140 km/s se afastando da Via Láctea

A expansão do Universo faz com que todas as galáxias se afastem uma das outras. Segundo o esquema mostrado, as velocidades são de 70 km/s para cada Mpc.

Tendo com centro a galáxia E, a galáxia D está a 1 Mpc de distância, portanto ela está se afastando desta a uma velocidade de 70 km/s . A Via Láctea está a 2 Mpc de distância da galáxia E, portanto se afastando desta a 140 km/s .

13) De acordo com a figura da esquerda, abaixo, as estrelas **Vega** e **Arcturus** possuem luminosidades semelhantes, apesar de **Vega** ser mais quente que **Arcturus**.

Segundo a figura da direita, **Arcturus**, em relação a **Vega**:

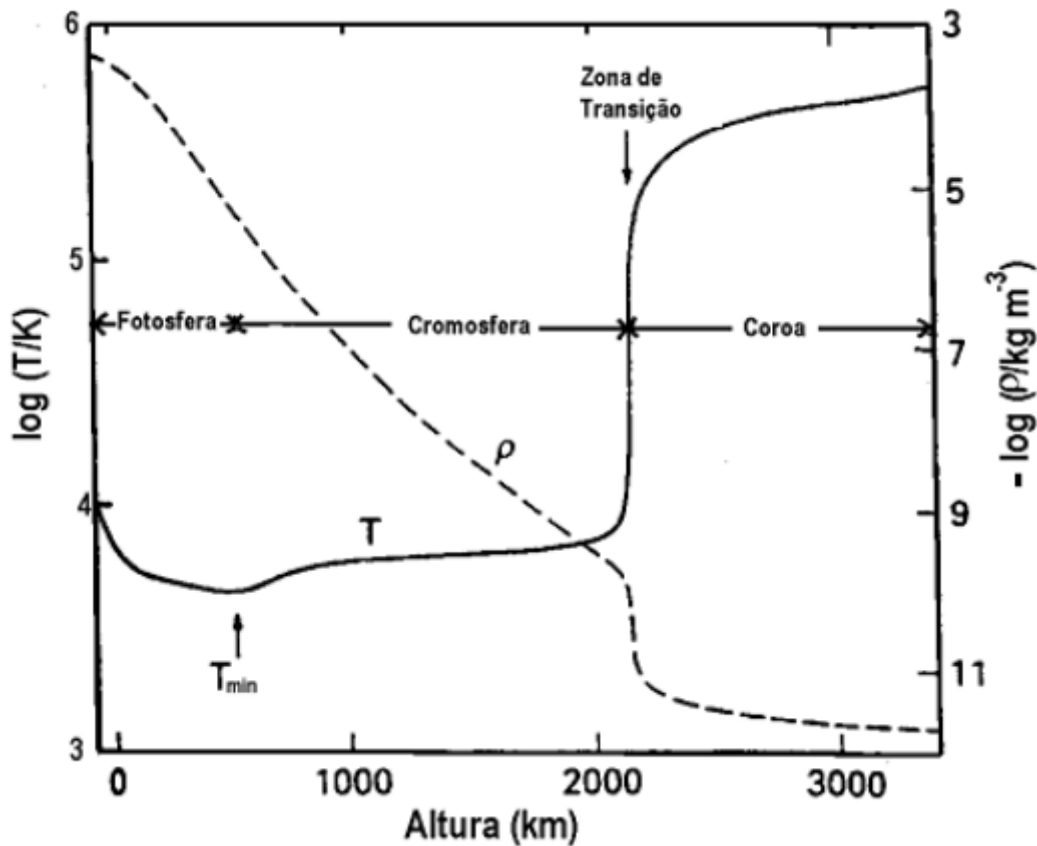


- a) está mais perto
- b) é mais evoluída
- c) possui um raio maior
- d) é do mesmo tipo espectral
- e) Em branco

Resposta: c) possui um raio maior

O gráfico da direita mostra que, mantendo-se a mesma horizontal, as estrelas crescem em tamanho da esquerda para a direita.

14) O gráfico a seguir traz a distribuição de temperatura T e densidade ρ na atmosfera do Sol, onde 0 km de altura corresponde à base da fotosfera. Considere as afirmações a seguir e assinale a opção correta.



- I – A separação formal entre a fotosfera e a cromosfera se encontra à altura onde a temperatura da atmosfera solar é a menor;
 II – A separação formal entre a cromosfera e a coroa se encontra à altura onde o gradiente de temperatura é máximo;
 III – A densidade do sol é diretamente proporcional à altura;
 IV – A temperatura da atmosfera do sol é inversamente proporcional à altura.

- a) Apenas as afirmações II e III estão corretas
 b) Apenas as afirmações I e II estão corretas
 c) Apenas a afirmativa IV está errada
 d) Todas as afirmativas estão corretas
 e) Em branco

Resposta: b) Apenas as afirmações I e II estão corretas

As afirmações III e IV estão erradas, pois as escalas de temperatura e de densidade são logarítmicas, portanto não podem ser direta ou inversamente proporcional à altura, que está numa escala linear.

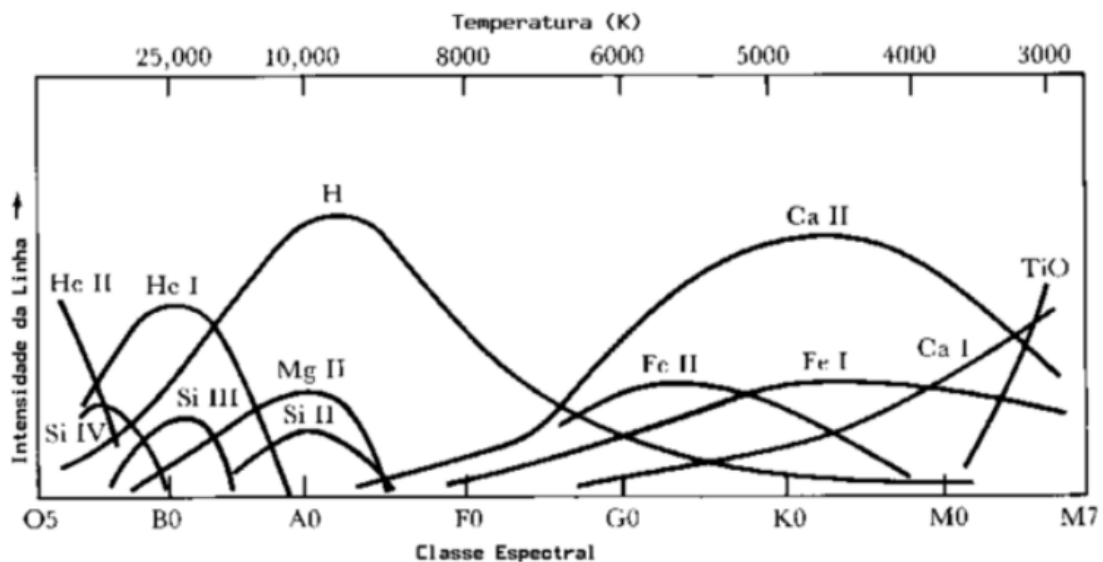
15) A lei de Stefan-Boltzmann afirma que, se a temperatura do Sol fosse 50% maior do que a atual, a sua emissão de energia seria:

- a) 50% maior
- b) cerca de duas vezes maior
- c) cerca de três vezes maior
- d) cerca de cinco vezes maior
- e) Em branco

Resposta: d) cerca de cinco vezes maior

Segundo a Lei, a luminosidade de uma estrela é proporcional à quarta potência da sua temperatura efetiva. Portanto, multiplicando a temperatura por 1,5, multiplica-se a luminosidade por $(1,5)^4 \cong 5$

16) O gráfico a seguir traz a intensidade relativa de algumas linhas espectrais segundo a temperatura superficial das estrelas/classe espectral. Considere as afirmações a seguir e assinale a opção correta.



- I – As linhas de Hélio dominam nas estrelas do tipo espectral O e B;
- II – As estrelas com temperaturas superficiais abaixo de 5 mil K têm mais Cálcio que as estrelas com temperaturas superficiais acima de 8 mil K;
- III – As estrelas do tipo espectral A são mais “ricas” em Hidrogênio;
- IV – Apenas nas estrelas com temperatura superficial abaixo de 4 mil K é que existe óxido de Titânio (TiO).

- a) Apenas as afirmações I e III estão corretas
- b) Apenas a afirmação I está correta
- c) Nenhuma afirmação está correta
- d) As afirmações II, III e IV estão corretas
- e) Em branco

Resposta: b) Apenas a afirmação I está correta

"Cada linha escura no espectro de uma estrela está associada à presença de um elemento químico na atmosfera da estrela. Isso pode nos levar a pensar que as estrelas com linhas espectrais diferentes têm

composição química diferente. No entanto, atualmente se sabe que a **composição química das estrelas** em geral é praticamente a mesma: aproximadamente **90% Hidrogênio e aproximadamente 9% Hélio** (por número); outros elementos juntos contribuem entre 1% e 2% da composição e são chamados de metais. Portanto, o hidrogênio é de longe o elemento químico mais abundante nas estrelas e, ainda assim, as linhas do hidrogênio, embora fortes em algumas estrelas, são fracas em outras." (*Astronomia & Astrofísica*, de Kepler de Oliveira e Maria de Fátima, 3ª edição, Editora Livraria da Física, 2014, página 230)

De acordo com a figura da questão (retirada da página 229 do mesmo livro) pode-se afirmar que a aparência dos espectros estelares é determinada principalmente pela **temperatura efetiva**, e **NÃO** pela **abundância dos elementos**.

Neste sentido, apenas a afirmativa I está correta, pois as afirmativas II, III e IV referem-se às abundâncias de elementos que não podem ser inferidas pelo gráfico.

Referência na web: <http://astro.if.ufrgs.br/rad/espec/espec.htm#classificacao>

