

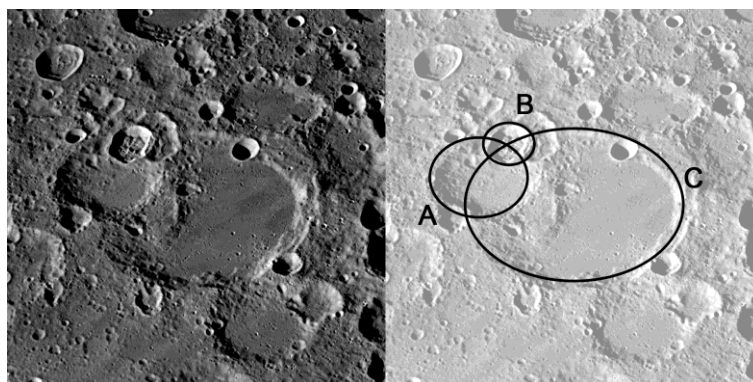
GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

1ª PROVA ONLINE DE 16 DE SETEMBRO DE 2018

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2019 -

1) A imagem abaixo traz o registro do astrofotógrafo David Tyler da Cratera Stofler, cujo nome é uma homenagem a Johann Stöfler, matemático e astrônomo germânico do Séc. XV. Esta cratera possui quase 130 km de diâmetro e fica do lado sudeste da Lua. No destaque da imagem do lado direito ela está marcada com a letra *C*. Junto a ela estão mais duas crateras marcadas com as letras *A* e *B*.



Estas crateras são o resultado de impactos ocorridos na superfície da Lua há bilhões de anos atrás.

Marque a opção que indica a ordem cronológica de formação destas três crateras, ou seja, qual se formou primeiro, qual se formou depois e qual se formou por último.

- a) A, B, C
- b) B, C, A
- c) C, A, B
- d) Nada se pode afirmar sobre isso
- e) Em branco

Resposta: c) C, A, B

A cratera *B* se sobrepõe à cratera *A*, que por sua vez se sobrepõe à cratera *C*. Portanto, a cratera *C* foi formada primeiro, depois foi formada a cratera *A* e depois, a cratera *B*.

2) A bela imagem a seguir traz o céu da Ilha da Páscoa (Latitude: $-27,11^\circ$; Longitude: $-109,35^\circ$). As luzes no canto inferior direito vêm da cidade de Hanga Roa, a poucos quilômetros deste monumento.



Considere as afirmações a seguir e responda:

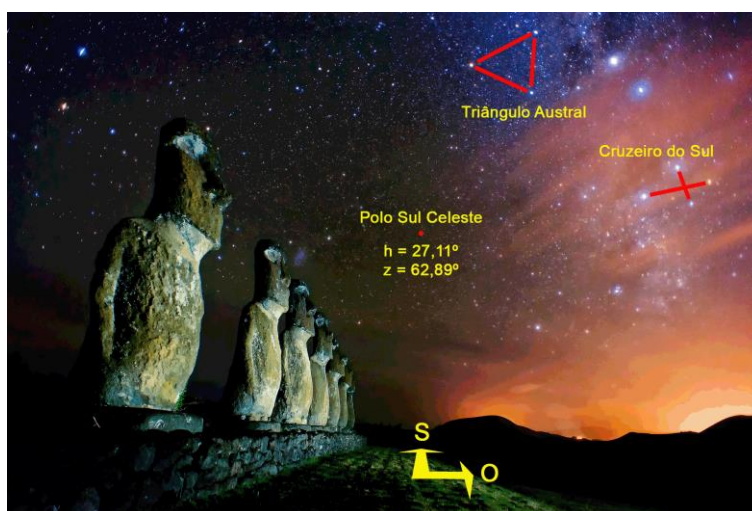
I – As principais estrelas das constelações do Cruzeiro do Sul e do Triângulo Austral podem ser vistas na foto;

II – Pelas coordenadas da Ilha da Páscoa sabemos que o Polo Celeste Sul se encontra a $62,89^\circ$ do zênite;

III – As estátuas, conhecidas por Moais, estão de frente para o pôr do Sol.

- a) Todas as afirmações estão corretas
- b) Apenas as afirmações I e II estão corretas
- c) Apenas as afirmações I e III estão corretas
- d) Todas as afirmações estão erradas
- e) Em branco

Resposta: a) Todas as afirmações estão corretas



3) Em 27 de julho de 2018 presenciamos um belo fenômeno no céu, a oposição de Marte mais próxima da Terra desde 2003. Este fenômeno somente irá se repetir em 2035. O esquema a seguir (fora de escala) ilustra a geometria das últimas quatro oposições de Marte e das três seguintes.

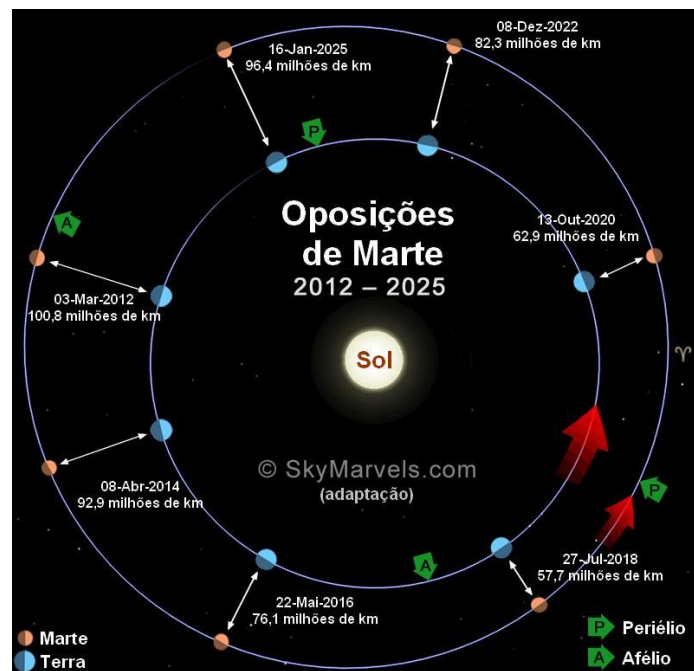
Considere as afirmações a seguir e responda:

I – O intervalo entre duas oposições de Marte é chamado Período Sinódico e vale aproximadamente 780 dias;

II – Foi somente depois da oposição do dia 27 de julho que Marte atingiu o ponto da sua órbita mais próximo do Sol;

III – O fato das oposições de Marte ocorrerem em distâncias diferentes ao longo dos anos se deve à Precessão dos Equinócios;

IV – Quando ocorre uma oposição de Marte, este se encontra em movimento retrógrado.



- a) As afirmações I, II e III estão corretas
- b) Somente as afirmações II e IV estão corretas
- c) Somente as afirmações I e II estão corretas
- d) As afirmações I, II e IV estão corretas
- e) Em branco

Resposta: d) As afirmações I, II e IV estão corretas

I – Correto

O período sinódico S é o intervalo de tempo decorrido entre duas configurações iguais consecutivas. É o período de revolução aparente do planeta em relação à Terra. Neste caso ele pode ser calculado pela fórmula:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{\text{Período da Terra}} - \frac{1}{\text{Período de Marte}} = \frac{1}{365,26} - \frac{1}{686,98} \rightarrow S \cong 780 \text{ dias}$$

II – Correto

Vemos no esquema que a oposição de Marte ocorreu antes de Marte atingir o ponto indicado como seu periélio (P), que ocorreu no dia 31 de julho de 2018.

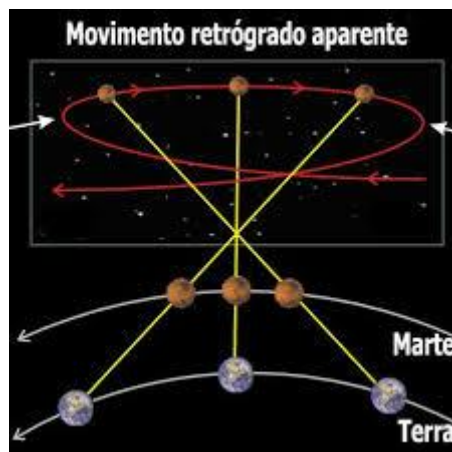
III – Incorreto

As oposições de Marte ocorreram em distâncias diferentes ao longo dos anos porque as órbitas da Terra e de Marte são elípticas, têm seus periélios em direções diferentes e não estão no mesmo plano.

Forças diferenciais gravitacionais da Lua e do Sol produzem um torque que tende a alinhar o eixo de rotação da Terra com o eixo da eclíptica, mas como esse torque é perpendicular ao momentum angular de rotação da Terra, seu efeito é mudar a direção do eixo de rotação, sem alterar sua inclinação. Isto é chamado de precessão da Terra.

O movimento de precessão da Terra é conhecido como precessão dos equinócios, porque, devido a ele, os equinócios (ponto vernal e ponto outonal) se deslocam ao longo da eclíptica no sentido de ir ao encontro do Sol (retrógrado em relação ao movimento da Terra em torno do Sol) 50,29"/ano.

IV – Correto



4) Encontre a magnificação, ou ampliação, de um telescópio 8" Schmidt-Cassegrain f/10 quando usado com uma ocular de 20 mm ($1'' \equiv 25,4 \text{ mm}$).

- a) ~ 20 X
- b) ~ 80 X
- c) ~ 100 X
- d) ~ 254 X
- e) Em branco

Resposta: c) ~ 100 X

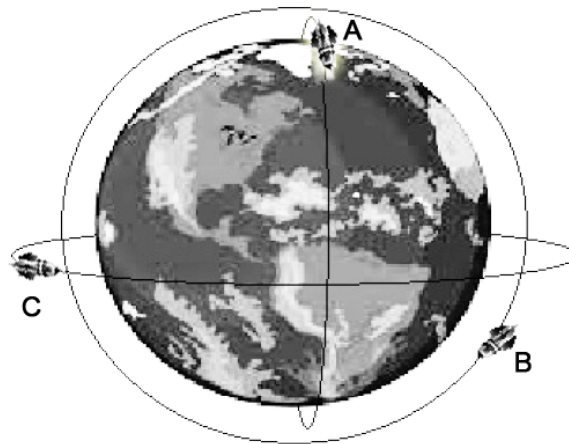
Diâmetro do espelho: $\varnothing = 8'' \times 25,4 \frac{\text{mm}}{''} = 203,2 \text{ mm}$

Distância focal do telescópio: $\frac{f}{10} = 203,2 \text{ mm} \leftrightarrow f = 2032 \text{ mm}$

Ampliação: $A = \frac{f_{\text{telescópio}}}{f_{\text{ocular}}} = \frac{2032 \text{ mm}}{20 \text{ mm}} = 101,6$

5) Três satélites, A, B e C, se movem ao redor da Terra, cada um numa trajetória circular, como sugere a figura.

Se P_A , P_B e P_C correspondem ao tempo que, respectivamente, os satélites A, B e C levam para dar uma volta completa em torno da Terra, como se ordenam estes períodos?



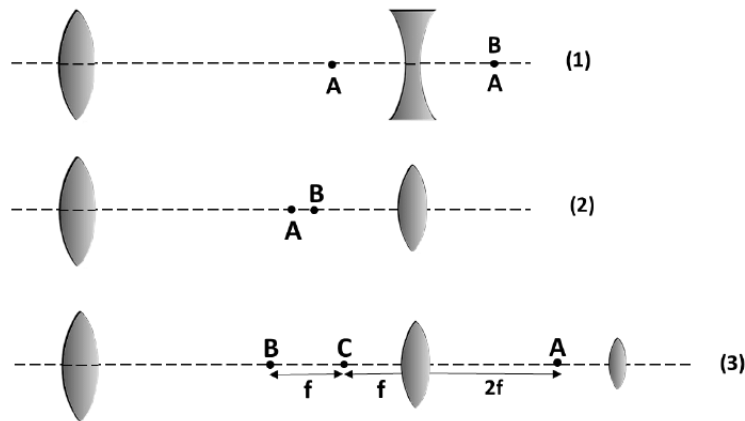
- a) $P_A < P_B < P_C$
- b) $P_B < P_C < P_A$
- c) $P_C < P_A < P_B$
- d) $P_A = P_B = P_C$
- e) Em branco

Resposta: a) $P_A < P_B < P_C$

Pela Terceira Lei de Kepler sabemos que $R^3/P^2 = \text{constante}$, onde R é o raio da órbita circular que descreve o objeto ao redor da Terra e P o tempo para ele dar uma volta completa. Esta equação sugere que as órbitas com raios maiores têm períodos maiores.

De acordo com a figura vemos que $R_A < R_B < R_C$, portanto, $P_A < P_B < P_C$.

6) Que tipo de telescópio correspondem respectivamente cada um dos seguintes esquemas de lentes? (A = foco da ocular, B = foco da objetiva e C = foco da lente intermediária)



- a) Kepleriano, Terrestre e Galileano
- b) Galileano, Kepleriano e Terrestre
- c) Terrestre, Galileano e Kepleriano
- d) Galileano, Dobsoniano e Catadióptrico
- e) Em branco

Resposta: b) Galileano, Kepleriano e Terrestre

7) O brilho (F) de uma estrela observada na Terra vale:

$$F = \frac{L}{4\pi d^2}$$

onde, L é a sua Luminosidade (energia emitida a cada segundo) e d , a distância à Terra em Unidades Astronômicas (U.A.)

Se uma estrela é 25 vezes mais luminosa que o Sol, a que distância da Terra, em Unidades Astronômicas, ela deveria estar para ser tão brilhante quanto o Sol?

- a) 5 U.A.
- b) 25 U.A.
- c) 100 U.A.
- d) 625 U.A.
- e) Em branco

Resposta: a) 5 U.A.

Se os brilhos são iguais, então temos:

$$\frac{L_*}{4\pi d_*^2} = \frac{L_{\odot}}{4\pi d_{\odot}^2}$$

onde L_* e L_{\odot} correspondem às luminosidades da estrela e do Sol e d_* e d_{\odot} e correspondem à distância hipotética da estrela até a Terra e a distância do Sol até a Terra (1 U.A.).

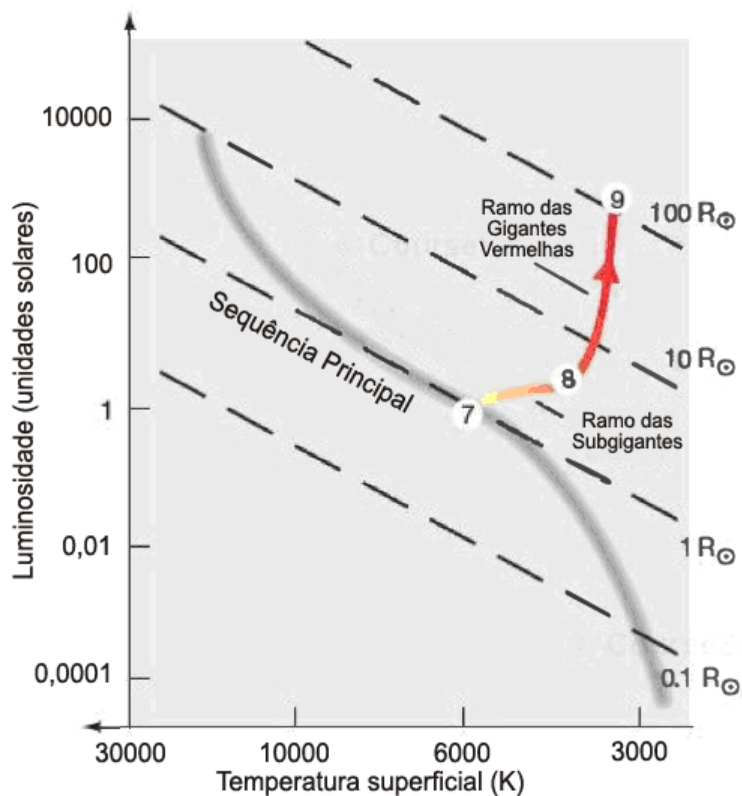
Se $L_* = 25L_{\odot}$, então temos:

$$\left(\frac{d_*}{d_{\odot}}\right)^2 = \left(\frac{d_*}{1 \text{ U.A.}}\right)^2 = 25 \rightarrow d_* = 5 \text{ U.A.}$$

8) O Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido como diagrama HR, foi publicado independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913, como **uma relação existente entre a luminosidade de uma estrela e sua temperatura efetiva**.

A figura a seguir traz o Diagrama HR para o Sol, que atualmente está na posição (7), na Sequência Principal, mas que num futuro distante passará para a posição (8) e depois para a posição (9).

Quando o Sol atingir a região das Gigantes Vermelhas (9) ele ficará



- a) mais quente
- b) mais luminoso
- c) mais massivo
- d) mais denso
- e) Em branco

RESPOSTA: b) mais luminoso

9) Em relação à órbita de um satélite artificial em torno da Terra, temos que a posição do perigeu é três vezes menor que a posição do apogeu. Se uma manobra orbital aumentar em três vezes a posição do apogeu sem alterar o perigeu, o período do satélite:

- a) permanecerá constante
- b) aumentará aproximadamente 3 vezes
- c) aumentará aproximadamente 4 vezes
- d) aumentará aproximadamente 9 vezes
- e) Em branco

Resposta: c) aumentará aproximadamente 4 vezes

Pela Terceira Lei de Kepler sabemos que

$$P^2 = ka^3$$

onde P é o período orbital, a é o semi-eixo maior e k é uma constante.

Temos também que

$$d_{\text{perigeu}} + d_{\text{apogeu}} = 2a$$

Substituindo para o período da situação 1

$$P_1^2 = k \left(\frac{d_{\text{perigeu}} + 3d_{\text{perigeu}}}{2} \right)^3 \rightarrow P_1 = k(2d_{\text{perigeu}})^{3/2}$$

Para a situação 2, temos:

$$P_2^2 = k \left(\frac{d_{\text{perigeu}} + 9d_{\text{perigeu}}}{2} \right)^3 \rightarrow P_2 = k(5d_{\text{perigeu}})^{3/2}$$

$$\frac{P_2}{P_1} = \left(\frac{5}{2} \right)^{3/2} \cong 3,95 \approx 4$$

10) Associe os telescópios A, B e C às respectivas montagens:



A



B



C

- a) A - Equatorial tipo germânica; B - Equatorial tipo garfo; C - Equatorial tipo inglesa
- b) A - Altazimutal tipo dobsoniana; B - Equatorial tipo inglesa; C - Equatorial tipo garfo
- c) A - Altazimutal tipo dobsoniana; B - Equatorial tipo garfo; C - Equatorial tipo germânica
- d) A - Equatorial tipo garfo; B - Altazimutal tipo dobsoniana; C - Equatorial tipo germânica
- e) Em branco

Resposta: c) A - Altazimutal tipo dobsoniana; B - Equatorial tipo garfo; C - Equatorial tipo germânica

11) A Lei de Stefan-Boltzmann afirma que se a temperatura efetiva do Sol aumentar em 10% a sua emissão de energia

- a) ficará inalterada
- b) aumentará também de 10%
- c) aumentará cerca de 50%
- d) aumentará cerca de 100%
- e) Em branco

Resposta: c) aumentará cerca de 50%

Segundo esta Lei, o fluxo de energia de uma estrela é proporcional à quarta potência da sua temperatura efetiva.

$$F \equiv \sigma T_{ef}^4$$

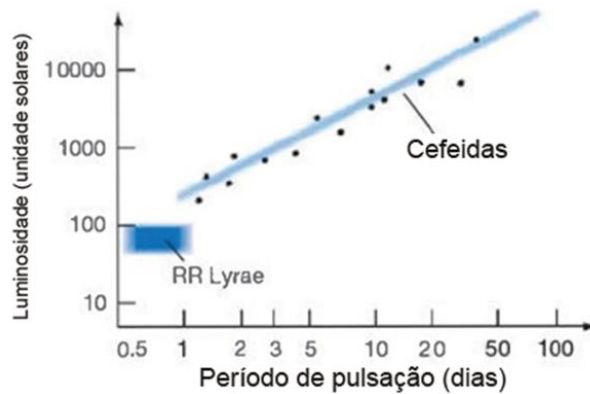
Portanto:

$$\frac{F_{10}}{F} = \left(\frac{1,10 T_{ef}}{T_{ef}} \right)^4 = (1,10)^4 \cong 1,46 \rightarrow \sim 50\%$$

12) As estrelas Cefeidas são estrelas de brilho variável de suma importância para o desenvolvimento da Astronomia. Isto porque descobriu-se que elas possuem uma relação entre sua Luminosidade e o período de pulsação de seu brilho.

A figura a seguir traz o gráfico **Luminosidade versus Período** de algumas Cefeidas. A reta azul é o ajuste teórico da relação entre estas grandezas.

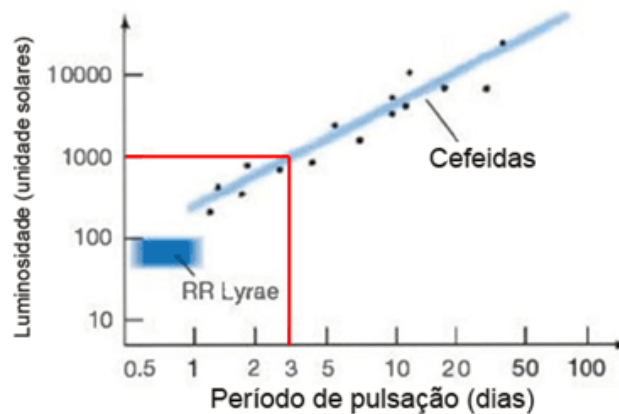
De acordo com o gráfico, uma variável Cefeida com luminosidade 1000 L_{Sol} (mil vezes a luminosidade do Sol) tem período de pulsação de aproximadamente:



- a) 1 dia
- b) 3 dias
- c) 10 dias
- d) 50 dias
- e) Em branco

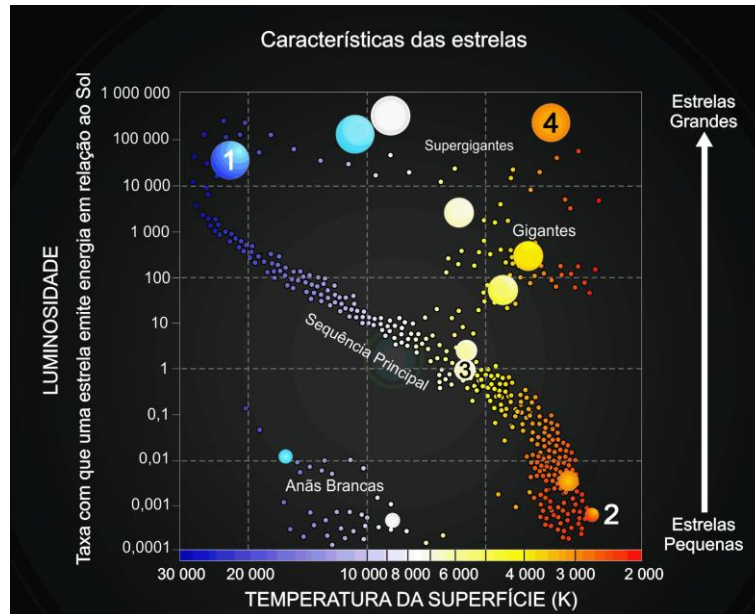
Resposta: b) 3 dias)

Leitura direta do gráfico



13) O Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido como diagrama HR, foi publicado independentemente pelo dinamarquês Ejnar Hertzsprung (1873-1967), em 1911, e pelo americano Henry Norris Russell (1877-1957), em 1913, como uma **relação existente entre a luminosidade de uma estrela e sua temperatura efetiva**.

Na figura a seguir foram marcadas a posição de quatro(4) estrelas bem conhecidas no diagrama HR.



Indique a opção que traz, respectivamente, o nome destas estrelas.

- a) Spica, Próxima Centauri, Sol e Betelgeuse
- b) Spica, Próxima Centauri, Alpha Centauri e Betelgeuse
- c) Polaris, Pollux, Sol e Aldebaran
- d) Polaris, Alph Centauri, Sol e Aldebaran
- e) Em branco

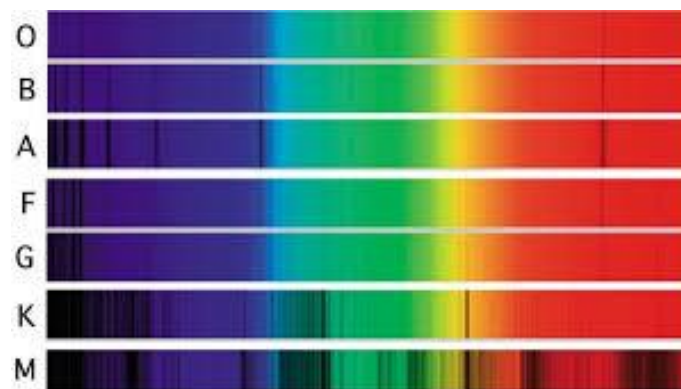
Resposta: a) Spica, Próxima Centauri, Sol e Betelgeuse

14) O espectro de uma estrela é obtido quando um feixe da sua luz passa por uma fenda e atravessa um prisma de vidro ou uma rede de difração.

O espectro das estrelas geralmente apresenta-se como uma faixa luminosa contínua, contendo todas as cores do arco-íris interrompidas por raias escuras. Essas raias revelam a composição química das camadas superficiais do astro. Cada elemento químico tem a propriedade de mostrar raias no espectro em comprimentos de onda característicos. Portanto, a composição de uma estrela pode ser determinada a partir da análise do seu espectro. Isso é feito, comparando o espectro da estrela ao espectro obtido em laboratório de elementos químicos

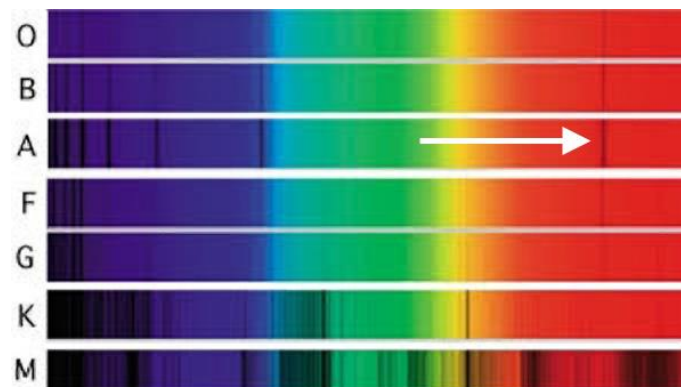
A figura a seguir traz os espectros de sete (7) estrelas de classes espectrais distintas.

Assinale a alternativa que contém a classe espectral da estrela que apresenta uma linha de absorção H-alfa mais proeminente (H-alfa é uma das linhas da Série de Balmer).



- a) O
- b) B
- c) A
- d) M
- e) Em branco

Resposta: c) A



15) A fotomontagem a seguir traz duas imagens da Lua. O que é correto dizer sobre elas?



- a) Trata-se de duas imagens da Lua em Quarto Crescente
- b) Trata-se de duas imagens de eclipses lunares
- c) A imagem da esquerda é de um eclipse lunar e a da direita, da Lua em Quarto Crescente
- d) A imagem da esquerda é da Lua em Quarto Crescente e a da direita, de um eclipse lunar
- e) Em branco

Resposta: c) A imagem da esquerda é de um eclipse lunar e a da direita, da Lua em Quarto Crescente

Na imagem da esquerda a Lua aparece sem destaque no seu relevo, o que é característico da Lua Cheia.

Na imagem da direita já podemos observar o relevo lunar e suas crateras perto do Terminador (linha de divide o lado iluminado do lado escuro da Lua), característico da Lua Crescente.

16) Em 15 de fevereiro de 2018, tivemos um eclipse solar visível de Porto Alegre/RS, como na foto do Sol a seguir, no momento de seu máximo.

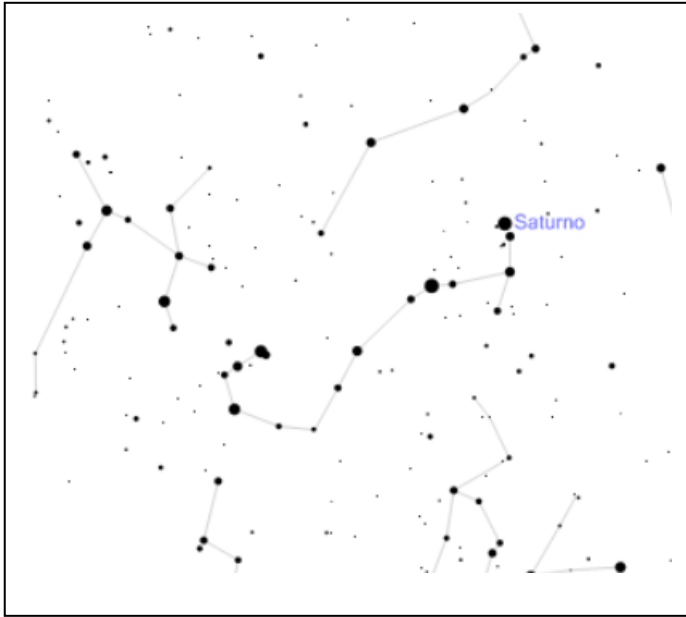


Este eclipse solar recebe o nome de:

- a) anular
- b) parcial
- c) total
- d) penumbral
- e) Em branco

Resposta: b) parcial

17) Sobre a região do céu que aparece na Carta Celeste, considere as afirmações a seguir e responda:

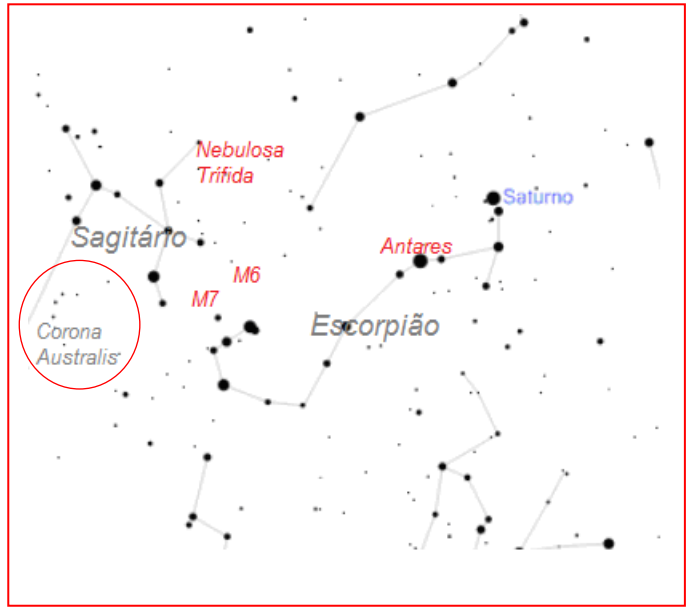


- I - A estrela Antares pode ser indicada no mapa.
- II - A posição dos objetos M6 e M7 pode ser indicada no mapa.
- III - A posição da nebulosa Trífida pode ser indicada no mapa.
- IV - A constelação Coroa Austral (*Corona Australis*) pode ser indicada no mapa.

Podemos concluir que:

- a) Todas as afirmações estão corretas
- b) Apenas as afirmações I, II e III estão corretas
- c) Apenas as afirmações I e II estão corretas
- d) Todas as afirmações estão incorretas
- e) Em branco

Resposta: a) Todas as afirmações estão corretas



18) Um observador estando no Polo Norte Geográfico no dia do Solstício de Verão daquele hemisfério, observará o Sol a uma altura de aproximadamente:

- a) 0°
- b) $23,5^\circ$
- c) 90°
- d) depende do horário da observação.
- e) Em branco

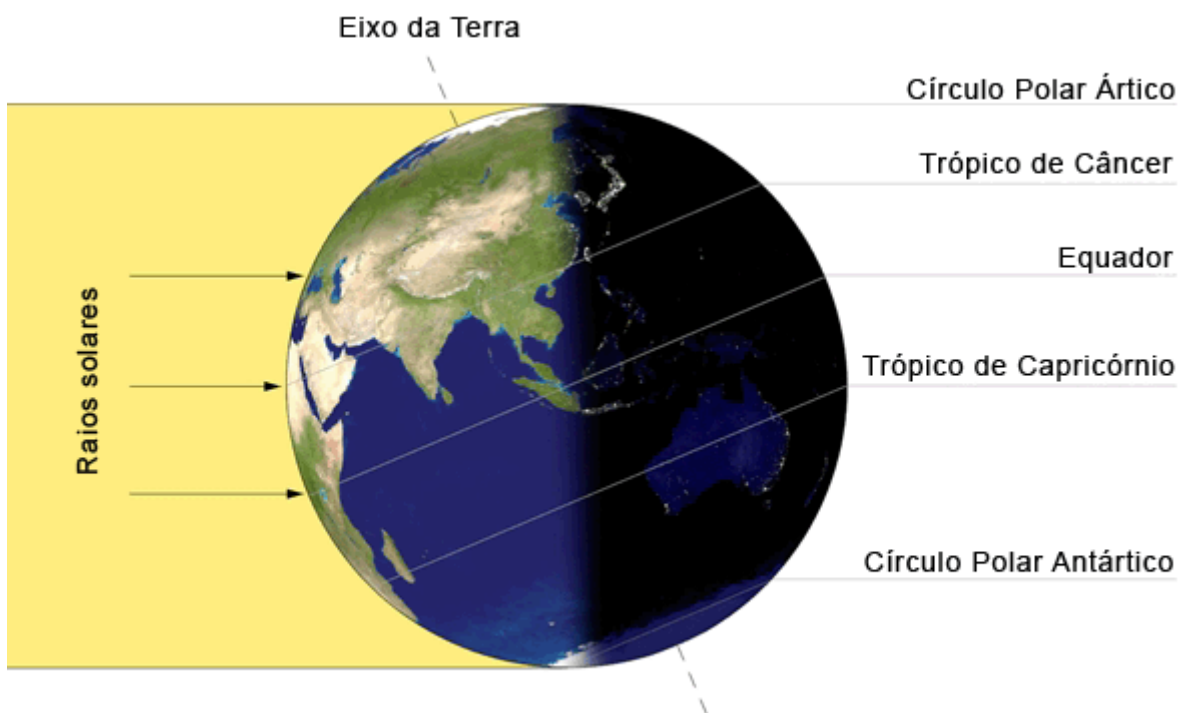
Resposta: b) $23,5^\circ$

A imagem a seguir mostra a iluminação da Terra pelo Sol durante o solstício do hemisfério norte (solstício de junho).

Nesta data a declinação do Sol vale $+23,5^\circ$, ou seja, ele estará $23,5^\circ$ ao norte do Equador Celeste.

Para um observador no Polo Norte Geográfico o Equador Celeste está no horizonte.

Portanto, o Sol estará $23,5^\circ$ acima do horizonte.



19) Um astrônomo mede a paralaxe de 3 estrelas A , B e C obtendo os seguintes valores:

$$A = 0,04'', B = 0,10'' \text{ e } C = 0,20''$$

Em seguida, faz três afirmações:

I - A estrela A é a mais próxima, pois apresenta a menor paralaxe.

II - A estrela C está ao dobro de distância da Terra que a estrela B .

III - A estrela B está a 10 parsecs de distância da Terra.

É correto o que se afirma apenas em:

- a) I
- b) II
- c) III
- d) II e III
- e) em branco

Resposta: c) III

A distância d , em parsec, é inversamente proporcional ao ângulo de paralaxe θ , em segundo de arco, ou mais precisamente

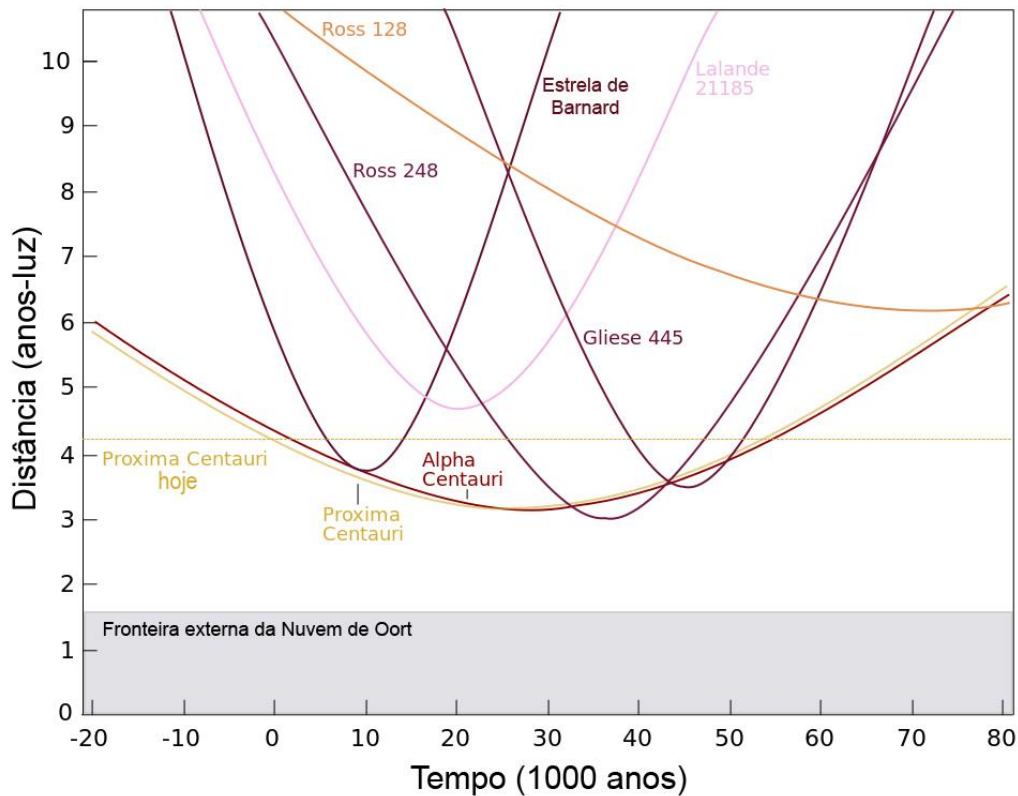
$$d = 1/\theta$$

Temos que as distâncias em relação a Terra são respectivamente:

$$d_A = 25 \text{ pc}; d_B = 10 \text{ pc e } d_C = 5 \text{ pc}$$

Portanto, analisando as afirmações, verifica-se que apenas a afirmação III está correta.

20) A imagem a seguir traz o gráfico **Distância versus Tempo** de algumas das estrelas mais próximas de nós, baseado no artigo “The Close Approach of Stars in the Solar Neighborhood” de Robert A.J. Matthews, publicado no *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, em 1994.



Depois de analisar o gráfico, considere as afirmações a seguir e responda:

- I – Neste momento, todas estas estrelas estão se aproximando da Terra;
- II – Daqui a 35 mil anos, apenas três destas estrelas estarão se aproximando da Terra;
- III – Daqui a 10 mil anos, aproximadamente, a Estrela de Barnard e Alpha Centauri irão se cruzar no espaço;
- IV – Próxima Centauri sempre será a estrela mais próxima do Sol, por isso ela tem este nome;

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

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

I – correta, pois todas as curvas estão descendentes em $T = 0$, mesmo as curvas das estrelas **Ross 128 e **Gliese 445**, que cruzam com $T = 0$;**

II – correta. As curvas das estrelas **Ross 128**, **Ross 248** e **Gliese 445** estão descendentes em $T = 35$. As demais já estão ascendentes;

III – incorreta. Apesar das curvas se “tocarem” isso não significa que as estrelas estão no mesmo ponto do espaço, apenas que elas estão à mesma distância de nós;

IV – incorreta. A seta menor indica o ponto em que **Alpha Centauri** passará a ser a estrela mais próxima de nós. Depois **Ross 248** passará, por um período, a ser a mais próxima. Depois **Gliese 445**. Depois novamente **Alpha Centauri** e daqui a cerca de 80 mil anos, **Ross 128** passará a ser a mais próxima.

