

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

1ª PROVA ONLINE DE 19 DE SETEMBRO DE 2021

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2022 -

1) A classificação espectral de Harvard é um esquema de classificação de estrelas que foi elaborado por volta de 1890 pelos astrônomos da Universidade de Harvard e Yale. Fisicamente, as classes indicam a temperatura da superfície da estrela e são normalmente listadas da mais quente para a mais fria. Na tabela, estão listados os valores típicos para estrelas da Sequência Principal e Massa, Raio e Luminosidade (em unidades de massa solar, raio solar e luminosidade solar).

Classe	Temperatura	Cor	Massa	Raio	Luminosidade
O	≥ 30.000 K	Azul	60	15	≥ 30.000
B	10.000 - 30.000 K	Branco azulado	18	7	25 - 30.000
A	7.500 - 10.000 K	Branco	3,1	2,1	5 - 25
F	6.000 - 7.500 K	Branco amarelado	1,7	1,3	1,5 - 5
G	5.200 - 6.000 K	Amarelo (como o Sol)	1,1	1,1	0,6 - 1,5
K	3.700 - 5.200 K	Amarelo laranja	0,8	0,9	0,08 - 0,6
M	2.400 - 3.700 K	Vermelho	0,3	0,4	$\leq 0,08$

Considerando apenas estrelas de Sequência Principal, coloque falso (F) ou verdadeiro (V) na frente de cada afirmação abaixo.

(V) Uma estrela azul tem temperatura superficial maior do que uma estrela vermelha.

(V) Estrelas da Classe B são mais luminosas do que as estrelas da Classe G.

(V) As estrelas vermelhas da Sequência Principal são as menores e menos luminosas.

(F) Uma estrela da Classe F e uma estrela da Classe M têm o mesmo brilho aparente no céu, portanto elas estão à mesma distância da Terra.

(F) Estrela do tipo O sempre terá magnitude aparente maior do que a do tipo M.

A afirmação “Uma estrela azul tem temperatura superficial maior do que uma estrela vermelha.” é Verdadeira, pois vemos na tabela que as temperaturas das estrelas azuis são superiores às das estrelas vermelhas.

A afirmação “Estrelas da Classe B são mais luminosas do que as estrelas da Classe G.” é Verdadeira, pois na tabela vemos que as estrelas da Classe B têm luminosidades superiores às da Classe G.

A afirmação “As estrelas vermelhas da Sequência Principal são as menores e menos luminosas.” é Verdadeira, pois é o que demonstra a tabela acima.

A afirmação “Uma estrela da Classe F e uma estrela da Classe M têm o mesmo brilho aparente no céu, portanto elas estão à mesma distância da Terra.” é Falsa, pois se estrelas das Classes F e M têm o mesmo brilho aparente, a estrela da Classe F está mais distante, pois essa é mais luminosa do que a da Classe M.

A afirmação “Estrela do tipo O sempre terá magnitude aparente maior do que a do tipo M.” é Falsa porque a magnitude aparente depende da luminosidade, mas também da distância a que a estrela está do observador.

2) Quando na Terra estamos presenciando um eclipse solar total, do ponto de vista de um hipotético observador sobre o Sol, que fenômeno estaria acontecendo?

Assinale a opção correta.

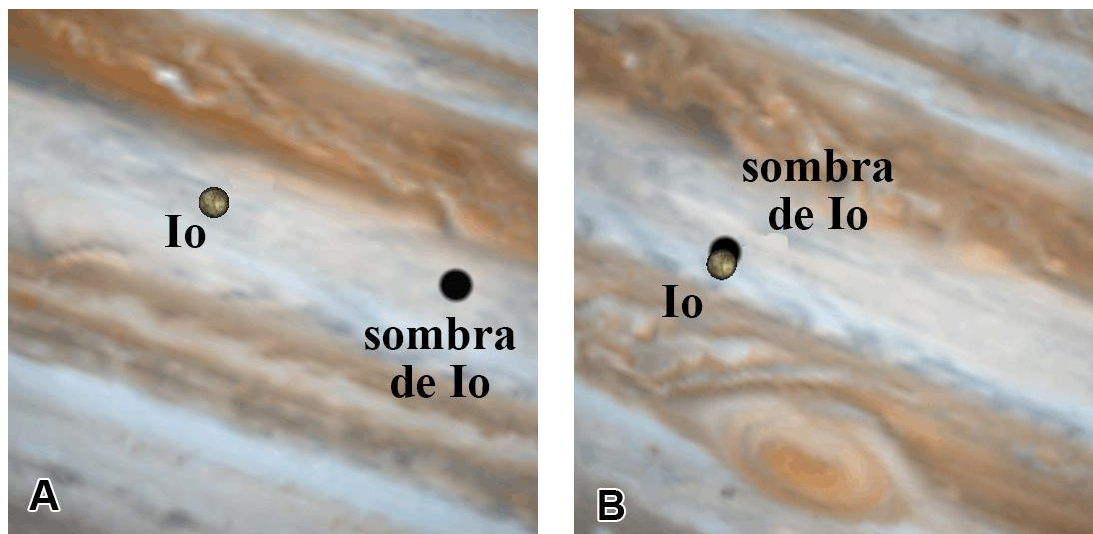
- a) A Lua passando na frente da Terra (Trânsito da Lua).
- b) Nenhum fenômeno em especial.
- c) Um eclipse lunar total.
- d) A Lua passando atrás da Terra (Ocultação total da Lua).
- e) Um eclipse terrestre total.

Resposta: a) A Lua passando na frente da Terra (Trânsito da Lua).

Durante um eclipse solar total temos o alinhamento entre o Sol, a Lua e a Terra. Se do ponto de vista da Terra a Lua passa na frente do Sol, do ponto de vista de um hipotético observador sobre o Sol a Lua está passando na frente da Terra, como na imagem abaixo.



3) A fotomontagem a seguir traz duas imagens (A e B) da lua de Júpiter, Io, e da sua sombra projetada sobre o disco do planeta em dois momentos distintos. Esse fenômeno é conhecido como Trânsito.



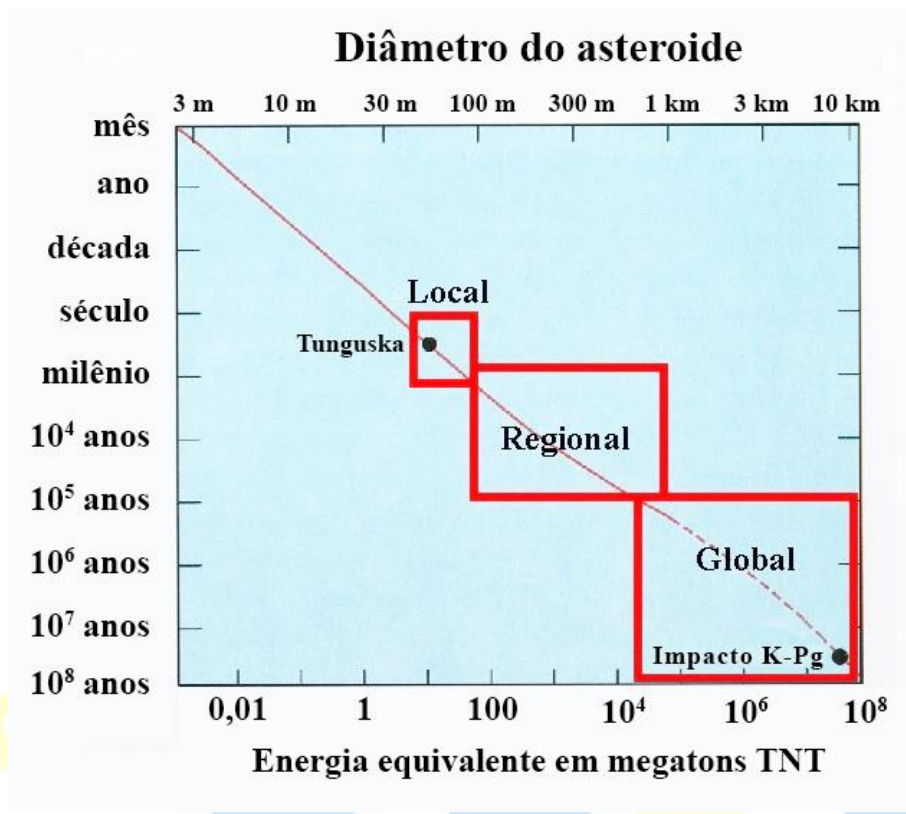
Assinale a opção correta.

- a) A imagem **B** corresponde ao Trânsito de Io durante a oposição de Júpiter.
- b) A imagem **A** corresponde ao Trânsito de Io durante a oposição de Júpiter.
- c) A imagem **B** corresponde ao Trânsito de Io durante a conjunção de Júpiter.
- d) A imagem **A** corresponde ao Trânsito de Io durante a conjunção de Júpiter.
- e) As imagens são falsas, pois Io não projeta sombra sobre Júpiter.

Resposta: a) A imagem B corresponde ao Trânsito de Io durante a oposição de Júpiter.

Oposição é o termo utilizado em astronomia para designar a situação em que dois corpos celestes estão em posições opostas no céu, quando vistos da Terra. Assim, se Júpiter está em oposição, a Terra está entre ele e o Sol, de modo que vemos todo o hemisfério de Júpiter iluminado pelo Sol bem de frente, fazendo com que a sombra de Io fique projetada bem atrás da lua. Devido à grande distância entre a Terra e Júpiter, não importa o instante do Trânsito de Io, pois sua sombra será projetada sobre o disco de Júpiter quase exatamente sob ela.

4) O gráfico a seguir traz a frequência estatística de queda de asteroides na Terra (eixo vertical) em função do diâmetro do asteroide (eixo horizontal superior). No eixo horizontal inferior temos a energia liberada na queda, em megatons de TNT (1 megaton de TNT equivale a $4,184 \times 10^{15}$ J). Em destaque temos três regiões no gráfico que indicam quando a queda pode causar um desastre **Local** (como aconteceu em Tunguska, na Sibéria, em 1908), **Regional** ou **Global** (como a extinção do Cretáceo-Paleógeno, que foi uma extinção em massa ocorrida há mais ou menos 65,5 milhões de anos).



Analise o gráfico acima e coloque F (falso) ou V (verdadeiro) na frente de cada afirmação.

- (V) Em média, todo mês um asteroide com cerca de 3 m de diâmetro penetra na atmosfera da Terra.
- (V) A queda de um asteroide de 300 m liberaria pouco mais de 1000 megatons de TNT de energia e causaria uma destruição regional.
- (F) Quanto maior é o diâmetro do asteroide, maior é a energia do impacto e sua queda é mais frequente.
- (F) A cada século, em média, podemos ter a queda de um asteroide de cerca de 100 m.
- (F) A cada 1 milhão de anos, em média, podemos ter um desastre de proporções regionais com a queda de um asteroide.

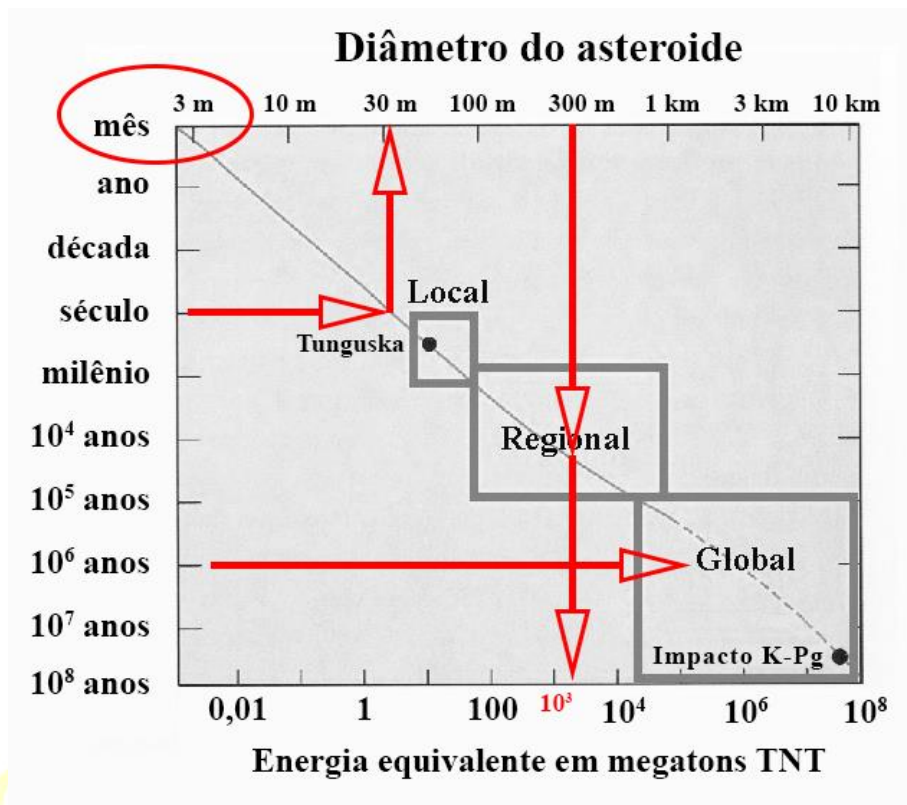
A afirmação “Em média, todo mês um asteroide com cerca de 3 m de diâmetro penetra na atmosfera da Terra.” é Verdadeira, como podemos ver no gráfico.

A afirmação “A queda de um asteroide de 300 m liberaria pouco mais de 1000 megatons de TNT de energia e causaria uma destruição regional.” é Verdadeira como podemos ver no gráfico.

A afirmação “Quanto maior é o diâmetro do asteroide, maior é a energia do impacto e sua queda é mais frequente.” é Falsa, pois vemos que é verdade que quanto maior o asteroide, maior será a energia liberada no impacto, mas menos frequente é a queda.

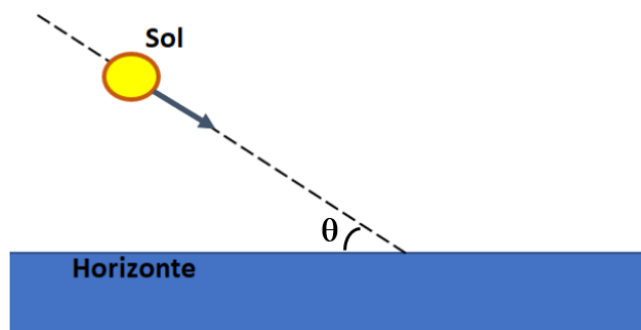
A afirmação “A cada século, em média, podemos ter a queda de um asteroide de cerca de 100 m.” é Falsa, pois no gráfico vemos que o valor aproximado é 30 m.

A afirmação “A cada 1 milhão de anos, em média, podemos ter um desastre de proporções regionais com a queda de um asteroide.” é Falsa, pois o gráfico nos mostra que, estatisticamente, a cada 10^6 anos o desastre seria global.



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

5) Considere que o esquema abaixo representa a trajetória do Sol, vista por um observador em um determinado dia e local. A seta indica a direção do vetor velocidade do Sol.

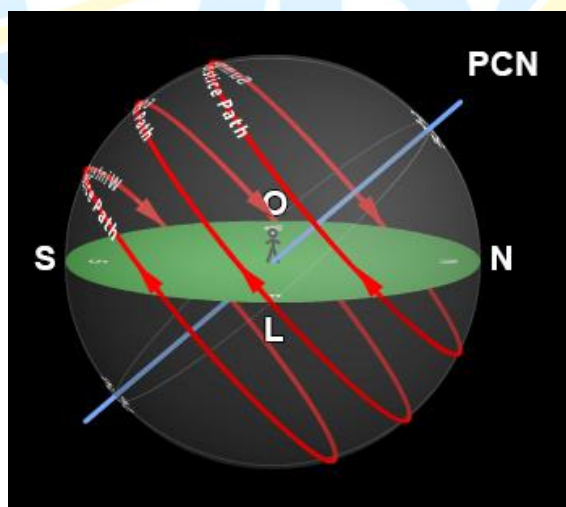


Analisando a figura assinale a opção correta.

- a) O observador está no Hemisfério Norte e no dia seguinte o ângulo θ será praticamente o mesmo.
- b) O observador está no Hemisfério Sul e no dia seguinte o ângulo θ será praticamente o mesmo.
- c) O observador está no Hemisfério Norte e no dia seguinte o ângulo θ será bem diferente.
- d) O observador está no Hemisfério Sul e no dia seguinte o ângulo θ será bem diferente.
- e) O observador pode estar tanto no Hemisfério Sul como no Norte e no dia seguinte o ângulo θ será bem diferente.

Resposta: a) O observador está no Hemisfério Norte e no dia seguinte o ângulo θ será praticamente o mesmo

A inclinação da trajetória do Sol indica que o Polo elevado está à direita da imagem, ou seja, o polo elevado é o norte, portanto o observador está no Hemisfério Norte.

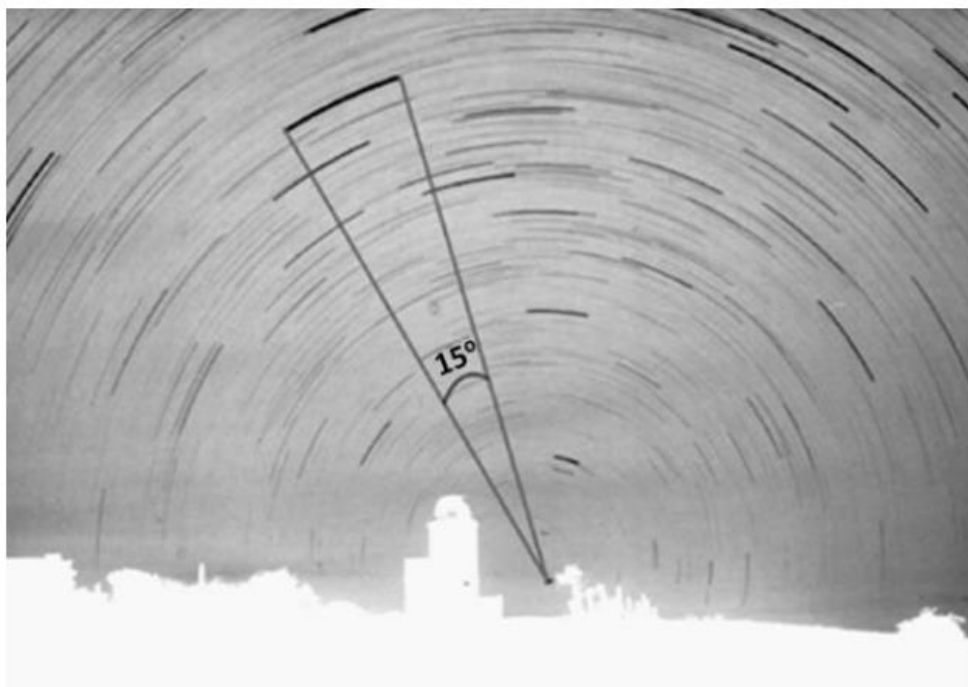


A rotação da Terra não é uniforme, seu eixo de rotação não é fixo no espaço e mesmo a forma do planeta e as posições relativas de pontos sobre sua superfície não são fixas. Como resultado, as coordenadas de um objeto no céu, mesmo as equatoriais, não são rigorosamente constantes. Se muda a direção do eixo de rotação, por exemplo, mudam os valores da Ascensão Reta α e da Declinação δ de todos os objetos na esfera celeste. Dependendo da precisão com que desejamos medir a posição das estrelas, faz-se necessária a correção para estes efeitos.

A variabilidade temporal da direção do eixo de rotação da Terra e da posição de um observador na superfície da Terra com relação a ele são divididos em 4 fatores: Precessão, Nutação, deslocamento do Polo Celeste e deslocamento do Polo geográfico (ou Oscilação de Chandler).

Estes fatores fazem com que o ângulo θ da figura mude muito pouco e muito lentamente com o tempo. Portanto, seu valor de um dia para o outro será praticamente o mesmo.

6) A imagem a seguir traz uma foto de longa exposição do céu, com os tons invertidos. Os riscos que vemos são os rastros das estrelas girando ao redor do Polo Celeste.



Considere que o período de rotação da Terra seja de 24h e que o observador estava no Hemisfério Sul. Assinale a opção correta.

- a) O tempo de exposição foi de 1h e as estrelas giraram em sentido horário.
- b) O tempo de exposição foi de 1h e as estrelas giraram em sentido anti-horário.
- c) O tempo de exposição foi de 15 min e as estrelas giraram em sentido horário.
- d) O tempo de exposição foi de 15 min e as estrelas giraram em sentido anti-horário.
- e) O tempo de exposição foi de 15 min e as estrelas giraram de 15 graus.

Resposta: a) O tempo de exposição foi de 1h e as estrelas giraram em sentido horário.

Considerando que o período de rotação da Terra é de 24 h, temos que o tempo total de exposição da foto foi:

$$\frac{360^\circ}{24h} = \frac{15^\circ}{t_{exp}} \rightarrow t_{exp} = \frac{24h}{360^\circ} \times 15^\circ \rightarrow t_{exp} = 1h.$$

As estrelas giram no sentido horário em torno do Polo Celeste Sul.

7) Um fotômetro acoplado ao telescópio **A** registra **X** contagens de fótons de uma estrela a cada **1 s** (descontadas as contagens do ruído do detector e do céu). O telescópio **B** tem um espelho com a metade do diâmetro do espelho do telescópio **A** e o dobro da sua distância focal.

Em condições idênticas de observação, detecção e registro, quantas contagens da mesma estrela registraria o telescópio **B**?

Assinale a opção correta.

- a) X/4
- b) X/2
- c) 4X
- d) 2X
- e) X

Resposta:

A contagem de fótons que atingem um detector é proporcional à sua área coletora (espelho), **não importando a distância focal do telescópio.**

Contagens do telescópio A:

$$Cont_{.A} = \frac{X \text{ fótons}}{1 \text{ s}}$$

Como o espelho do telescópio B tem a metade do diâmetro do telescópio A, ele tem um quarto da área coletora $(1/2)^2$ do espelho A.

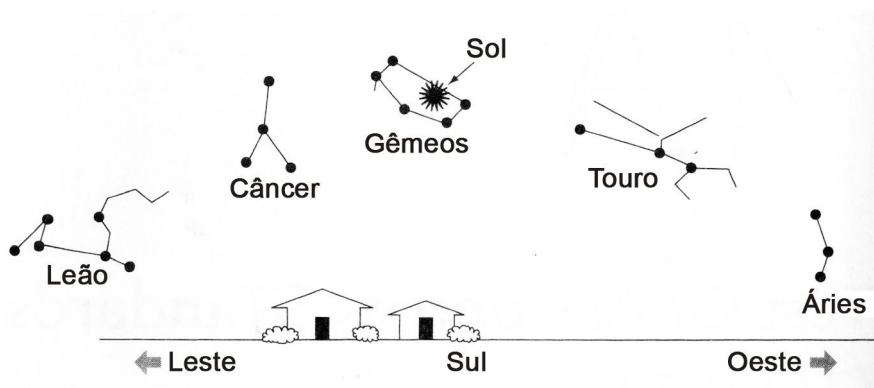
Contagens do telescópio B:

$$Cont_{.B} = \frac{X/4 \text{ fótons}}{1 \text{ s}}$$



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

8) A representação abaixo mostra a posição de algumas estrelas e constelações ao meio-dia de um certo dia e local.



Classifique as afirmações abaixo como falsa (F) ou verdadeira (V).

- (V) As constelações acima pertencem ao conjunto das constelações zodiacais.
- (V) Em algum momento ao longo de um ano o Sol estará em cada uma destas constelações.
- (F) Quando o Sol se puser neste dia ele estará próximo da constelação de Áries.
- (F) Quando o Sol nasceu neste dia ele estava próximo da constelação do Leão.
- (F) Precisaremos esperar aproximadamente 12 horas para ver a constelação de Gêmeos nesta mesma posição à meia-noite.

A afirmação "As constelações acima pertencem ao conjunto das constelações zodiacais." é Verdadeira, pois o Sol percorre todas as constelações do Zodíaco ao longo do ano.

A afirmação "Em algum momento ao longo de um ano o Sol estará em cada uma destas constelações." é Verdadeira, pois essas são constelações zodiacais.

A afirmação "Quando o Sol se puser neste dia ele estará próximo da constelação de Áries." é Falsa, pois o Sol leva dias para atravessar as constelações, portanto, neste dia, ele nasceu e se pôs na constelação de Gêmeos.

A afirmação "Quando o Sol nasceu neste dia ele estava próximo da constelação do Leão." é Falsa, pois o Sol leva dias para atravessar as constelações, portanto, neste dia, ele nasceu e se pôs na constelação de Gêmeos.

A afirmação "Precisaremos esperar aproximadamente 12 horas para ver a constelação de Gêmeos nesta mesma posição à meia-noite." é Falsa, pois se a constelação de Gêmeos está passando pelo Meridiano Local ao meio-dia, somente 6 meses depois ela estará passando pelo Meridiano Local à meia-noite.

9) Assinale a única alternativa que traz a principal razão para que os observatórios ópticos profissionais sejam construídos no alto das montanhas.

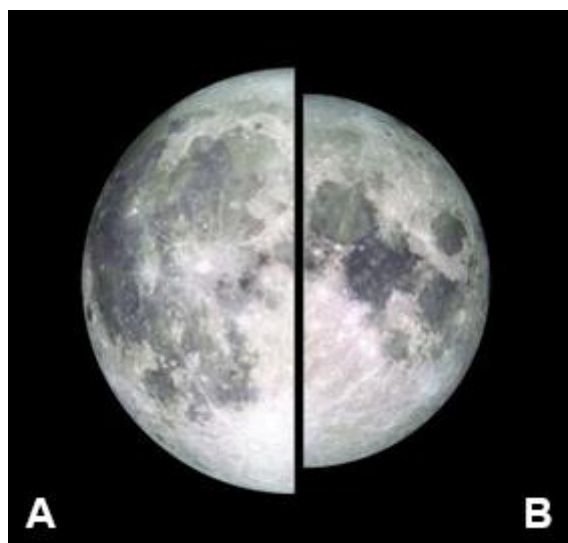
- a) A menor turbulência atmosférica.
- b) Ficar longe das luzes das cidades.
- c) Ficar acima das nuvens de chuva.
- d) Melhorar a aberração cromática.
- e) Ficar longe do barulho das cidades.

Resposta: a) A menor turbulência atmosférica.

Quanto mais alto está o observatório, menor é a camada atmosférica acima dele e, conseqüentemente, menor será a turbulência causada pela atmosfera nas imagens.



10) A fotomontagem a seguir traz a Lua, em dois momentos distintos (imagens A e B), fotografada da Terra com o mesmo equipamento e da mesma maneira.



Assinale a opção correta.

- a) Na imagem **A** a Lua está no seu Perigeu e na imagem **B**, no seu Apogeu.
- b) Na imagem **A** a Lua está no seu Apogeu e na imagem **B**, no seu Perigeu.
- c) Na imagem **A** a Lua está em sua Máxima Elongação.
- d) Na imagem **B** a Lua está em Conjunção Inferior.
- e) Na fotomontagem, vemos que a Lua minguante (em **A**) tem o diâmetro aparente sempre maior do que a Lua crescente (em **B**).

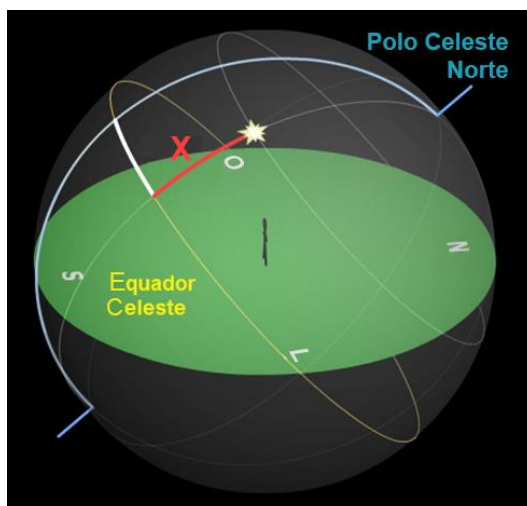
Resposta: a) Na imagem **A** a Lua está no seu Perigeu e na imagem **B**, no seu Apogeu.

Por conta da sua órbita elíptica, o diâmetro aparente da Lua varia devido à variação da sua distância em relação à Terra, sendo maior no perigeu (ponto mais próximo da Terra) e menor no Apogeu (ponto mais distante da Terra).

Os termos Máxima Elongação e Conjunção Inferior se aplicam aos planetas Mercúrio e Vênus, cujas órbitas são interiores à da Terra.

O diâmetro aparente da Lua depende da sua distância à Terra e não tem relação com a sua fase.

11) A figura abaixo mostra um astro observado no Hemisfério Norte.



A coordenada X, destacada na linha vermelha, medida a partir do Equador Celeste é chamada de:

- a) Declinação.
- b) Azimute.
- c) Ascensão Reta.
- d) Ângulo Horário.
- e) Ascensão ao Polo Celeste Norte.

Resposta: a) Declinação.

O Sistema Equatorial Celeste utiliza como plano fundamental o Equador celeste. Suas coordenadas são a Ascensão Reta e a Declinação.

- Ascensão Reta (α ou AR): ângulo medido sobre o Equador Celeste, com origem no meridiano que passa pelo ponto Áries, e extremidade no meridiano do astro. A Ascensão Reta varia entre 0h e 24h (ou entre 0° e 360°) aumentando para Leste.
- Declinação (δ): ângulo medido sobre o meridiano do astro (perpendicular ao Equador Celeste), com origem no Equador Celeste e extremidade no astro. A Declinação varia entre 0 e -90° (Hemisfério Sul) e entre 0 e $+90^\circ$ (Hemisfério Norte).

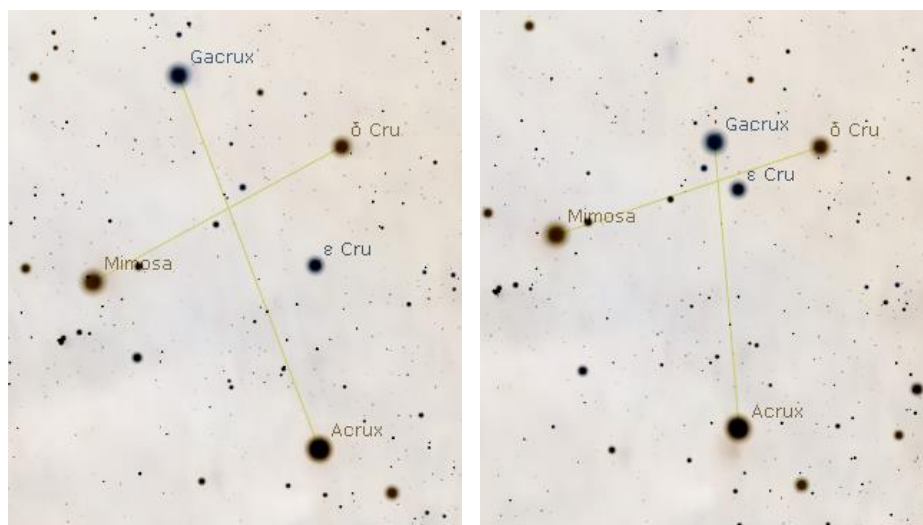
O Sistema Horizontal utiliza como plano fundamental o Horizonte local. As coordenadas horizontais são Azimute e Altura.

- Azimute (A): é o ângulo medido sobre o horizonte local, no sentido horário (Norte-Leste-Sul-Oeste), com origem no Norte geográfico e extremidade no círculo vertical do astro. O azimute varia entre 0° e 360° .
- Altura (h): é o ângulo medido sobre o círculo vertical do astro, com origem no horizonte local e extremidade no astro. A altura varia entre 0 e -90° (abaixo do horizonte) e 0 e $+90^\circ$ (acima do horizonte). O complemento da altura se chama distância zenital (z). Assim, a distância zenital é o ângulo medido sobre o círculo vertical do astro, com origem no zênite e extremidade no astro. A distância zenital varia entre 0° e 180° .

O Sistema Equatorial Horário. Nesse sistema o plano fundamental continua sendo o Equador Celeste, mas a coordenada medida ao longo do Equador Celeste não é mais a ascensão reta, e sim uma coordenada não constante chamada Ângulo Horário (H). A outra coordenada continua sendo a Declinação.

- Ângulo Horário (H): ângulo medido sobre o Equador Celeste, com origem no meridiano local e extremidade no meridiano do astro. Varia entre 0 e $-12h$ e entre 0 e $+12h$. O sinal negativo indica que o astro está a leste do meridiano, e o sinal positivo indica que ele está a oeste do meridiano local.

12) As imagens mostram as principais estrelas do Cruzeiro do Sul como as vemos hoje e como elas serão vistas daqui a 20 mil anos.



Esta “mudança de forma” do Cruzeiro do Sul se deve:

- a) Ao movimento próprio das estrelas.
- b) À precessão dos Equinócios.
- c) À evolução estelar.
- d) À paralaxe estelar.
- e) Ao movimento das estrelas circumpolares.

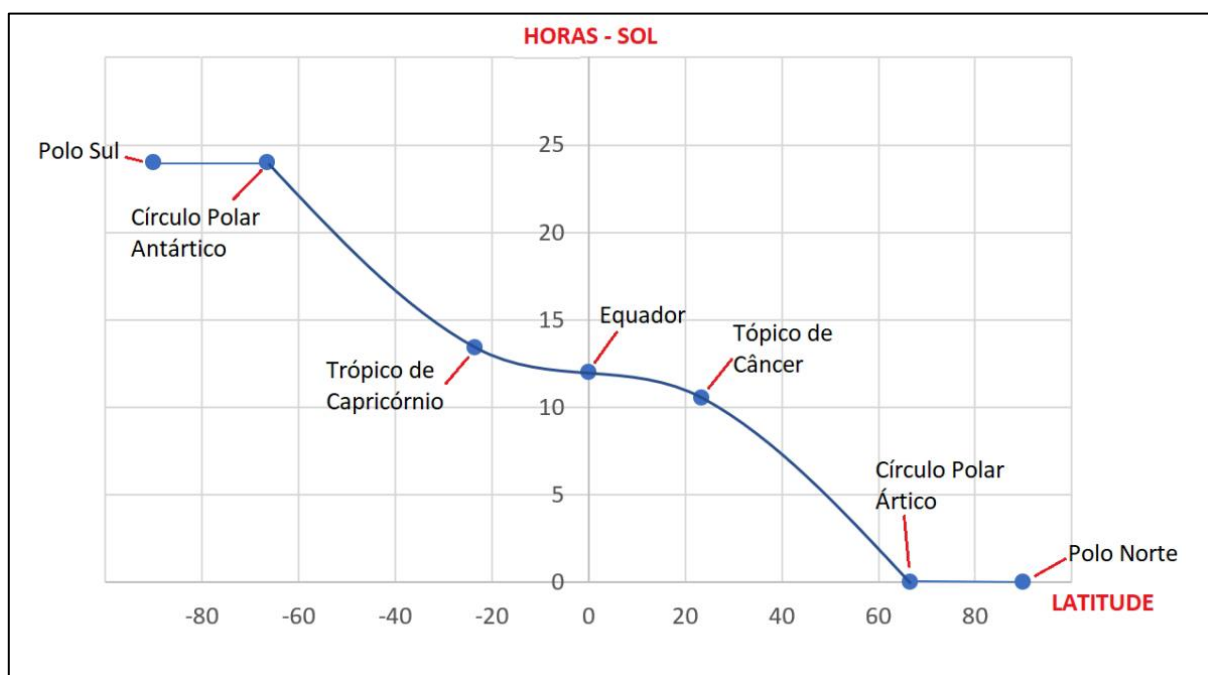
Resposta: a) Ao movimento próprio das estrelas.

Todas as estrelas possuem movimento próprio, ou seja, estão se movendo umas em relação às outras. Como elas estão muito distantes, esse movimento é muito lento e nos passa despercebido no nosso dia a dia. Mesmo assim ele pode ser medido pelos observatórios astronômicos.

A precessão dos equinócios, a evolução estelar e o movimento das estrelas circumpolares nada têm a ver com o movimento próprio das estrelas e não afetaria suas distribuições no céu com o tempo.

E a paralaxe estelar é utilizada para medir a distância das estrelas utilizando o movimento da Terra em sua órbita.

13) O gráfico a seguir traz o número de horas que o Sol passa acima do horizonte (horas-Sol) em função da latitude geográfica, em uma data específica.



Coloque F (falso) ou V (verdadeiro) na frente de cada afirmação levando em consideração as informações contidas no gráfico acima.

- (V) A data do gráfico corresponde ao Solstício de Verão do Hemisfério Sul.
- (V) Nesta data, entre o Polo Sul e o Círculo Polar Antártico o Sol não se põe.
- (V) Nesta data, a noite é mais curta no Hemisfério Sul.
- (V) Nesta data, no Polo Norte a noite dura 24 horas.
- (F) Nesta data, uma pessoa de pé sobre o equador terrestre não projeta sombra ao meio-dia solar verdadeiro.

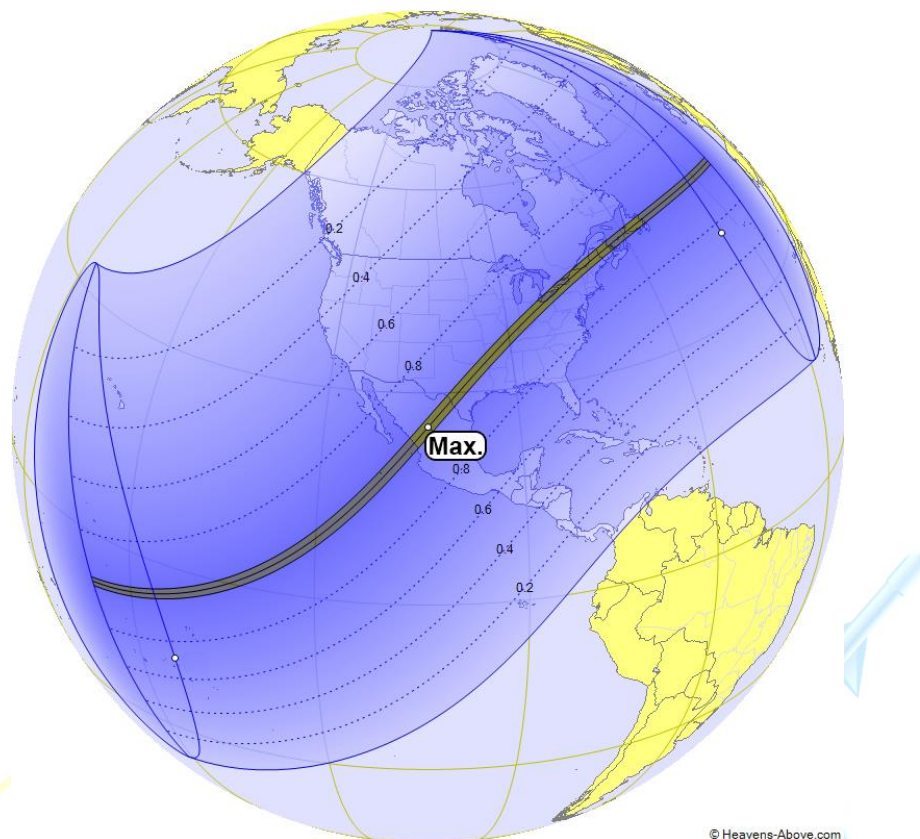
A afirmação “A data do gráfico corresponde ao Solstício de Verão do Hemisfério Sul.” é Verdadeira, pois pelo gráfico vemos que neste dia está ocorrendo o Solstício de Inverno do Hemisfério Norte. Vemos no gráfico que entre o Círculo Polar Ártico e o Polo Norte temos 0 (zero) Horas-Sol, ou seja, o Sol não nasceu.

A afirmação “Nesta data, entre o Polo Sul e o Círculo Polar Antártico o Sol não se põe.” é Verdadeira pelo fato que nesta data está ocorrendo o Solstício de Verão do Hemisfério Sul.

As afirmações “Nesta data, a noite é mais curta no Hemisfério Sul.” e “Nesta data, no Polo Norte a noite dura 24 horas.” são Verdadeiras pelo mesmo motivo já exposto.

A afirmação “Nesta data, uma pessoa de pé sobre o equador terrestre não projeta sombra ao meio-dia solar verdadeiro.” é Falsa, pois neste dia o Sol está $23,5^\circ$ ao sul do Equador Celeste e, portanto, $23,5^\circ$ afastado do zênite de quem está em pé sobre o equador ao meio-dia solar verdadeiro.

14) A imagem a seguir traz o mapa esquemático de um Eclipse Solar Total. A faixa estreita corresponde à trajetória da umbra da Lua e as faixas externas, da penumbra da Lua. No mapa também está indicado onde acontecerá o “máximo” do eclipse, ou seja, a região na superfície da Terra onde a duração da totalidade do eclipse é máxima.



Baseado no mapa, coloque F (falso) ou V (verdadeiro) na frente de cada afirmação.

- (V) Devido ao movimento da Lua em torno da Terra, este eclipse começará no Oceano Pacífico e terminará no Oceano Atlântico.
- (V) Este eclipse não será visto no Brasil.
- (V) Na maior parte da América Central o eclipse será parcial.
- (V) Os mexicanos poderão presenciar este eclipse solar total com a maior duração.
- (V) Os estadunidenses verão o eclipse solar total depois dos mexicanos.

A afirmação “Devido ao movimento da Lua em torno da Terra, este eclipse começará no Oceano Pacífico e terminará no Oceano Atlântico.” é Verdadeira, pois a velocidade da Lua no céu é maior do que a velocidade de rotação da Terra, a velocidade da sombra da Lua na Terra tem o mesmo sentido do movimento (real) da Lua, ou seja, para leste.

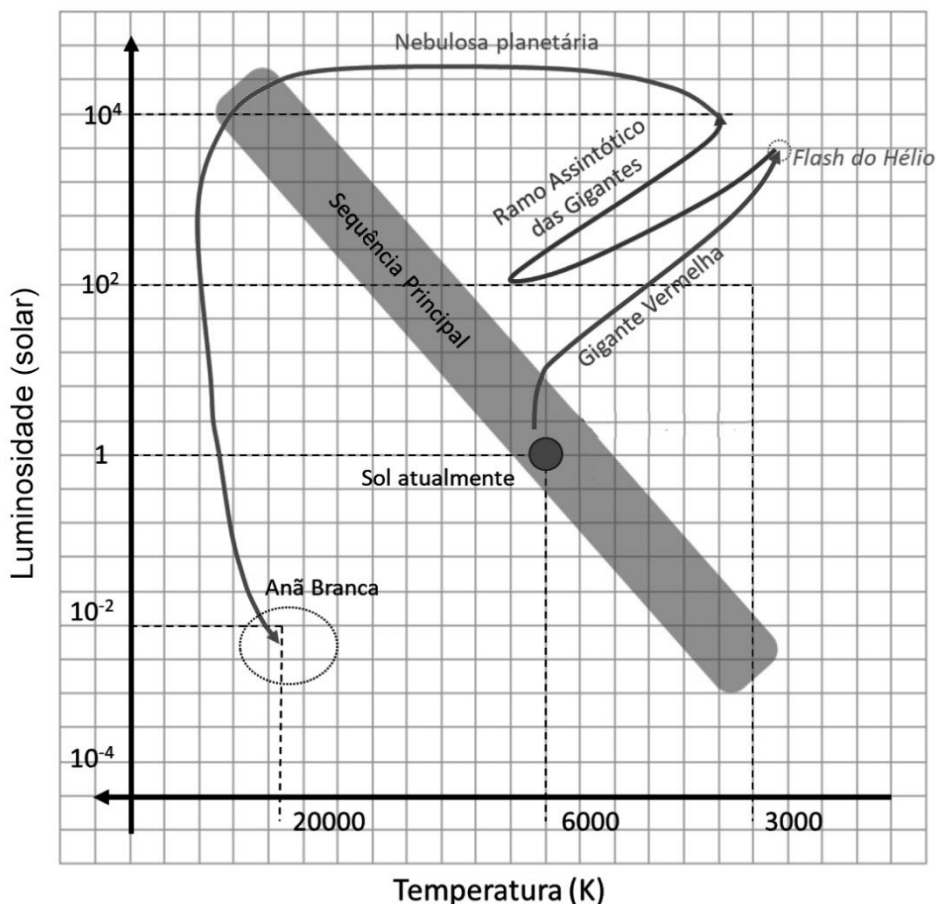
A afirmação “Este eclipse não será visto no Brasil.” é Verdadeira, pois vemos no mapa que o Brasil está fora da área coberta pela penumbra da Lua.

A afirmação “Na maior parte da América Central o eclipse será parcial.” é Verdadeira, pois vemos que, com exceção de poucas ilhas, a maior parte da América Central está na área coberta pela penumbra da Lua.

A afirmação “Os mexicanos poderão presenciar este eclipse solar total com a maior duração.” é Verdadeira, pois o local indicado no mapa onde isso acontece é sobre o México.

A afirmação “Os estadunidenses verão o eclipse solar total depois dos mexicanos.” é Verdadeira, pois como a umbra da Lua percorre de oeste para leste, passa primeiro pelo México antes de entrar nos Estados Unidos.

15) O gráfico a seguir é o Diagrama de Hertzsprung-Russell, conhecido como diagrama HR, da evolução teórica do Sol, desde seu estágio atual, até o seu estágio final como uma Anã Branca, em termos de Luminosidade (solar) e Temperatura superficial (K).



Baseado no gráfico, coloque F (falso) ou V (verdadeiro) na frente de cada afirmação.

- (V) Quando o Sol virar uma Gigante Vermelha ele será mais frio do que agora, porém mais luminoso.
- (V) Em seu estágio de Nebulosa Planetária (ejeção das suas camadas externas), a temperatura do Sol irá aumentar muito sem, no entanto, alterar muito sua luminosidade.
- (V) Espera-se que o Sol atinja sua máxima temperatura superficial após seu estágio de Nebulosa Planetária.
- (F) Quando iniciar o “Flash do Hélio” o Sol se tornará numa Super Gigante Vermelha.
- (F) Em seu estágio final, o Sol será muito quente e mais luminoso do que agora.

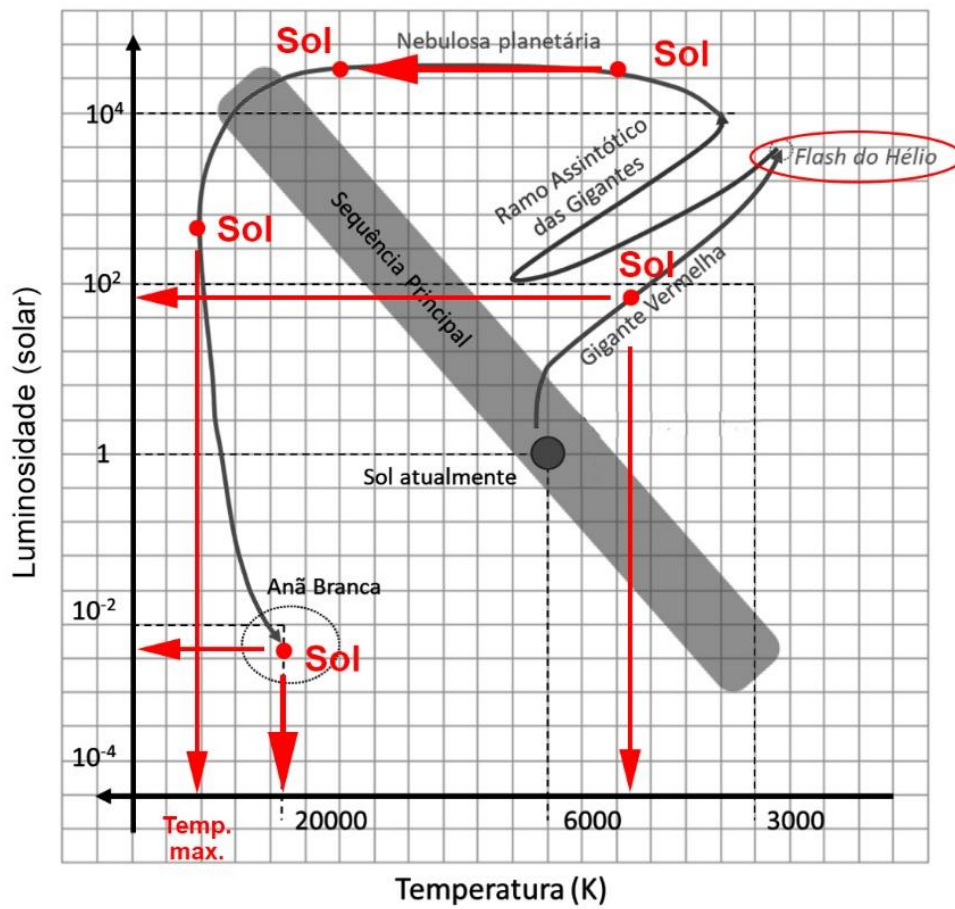
A afirmação “Quando o Sol virar uma Gigante Vermelha ele será mais frio do que agora, porém mais luminoso.” é Verdadeira, pois vemos no gráfico que é isso que acontece.

A afirmação “Em seu estágio de Nebulosa Planetária (ejeção das suas camadas externas), a temperatura do Sol irá aumentar muito sem, no entanto, alterar muito sua luminosidade.” é verdadeira, pois vemos no gráfico que sua trajetória é horizontal, da direita para a esquerda.

A afirmação “Espera-se que o Sol atinja sua máxima temperatura superficial após seu estágio de Nebulosa Planetária.” é Verdadeira, pois vemos no gráfico que é isso que acontece.

A afirmação “Quando iniciar o “Flash do Hélio” o Sol se tornará numa Super Gigante Vermelha.” é Falsa, pois quando iniciar o “Flash de Hélio” o Sol se afasta da região das Super Gigantes Vermelhas.

A afirmação “Em seu estágio final, o Sol será muito quente e mais luminoso do que agora.” é Falsa, pois vemos no gráfico que seu estágio final de Anã Branca o Sol será menos luminoso do que atualmente.

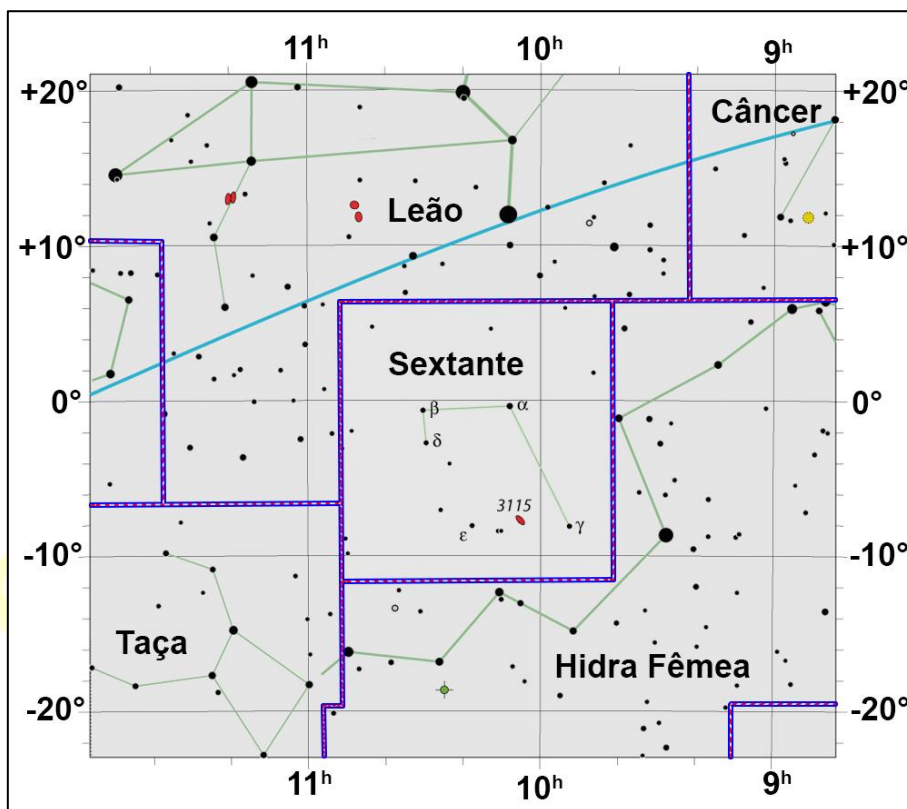


OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

16) Considere que você é um(a) técnico(a) de um observatório astronômico e tem uma lista com as coordenadas equatoriais, Ascensão Reta (AR) e Declinação (Dec.), das estrelas que serão observadas naquela noite e para onde você deverá apontar o telescópio:

- Estrela 1: AR 09^h 27^m, Dec. -08° 39'
- Estrela 2: AR 11^h 50^m, Dec. +14° 27'
- Estrela 3: AR 11^h 20^m, Dec. -14° 52'

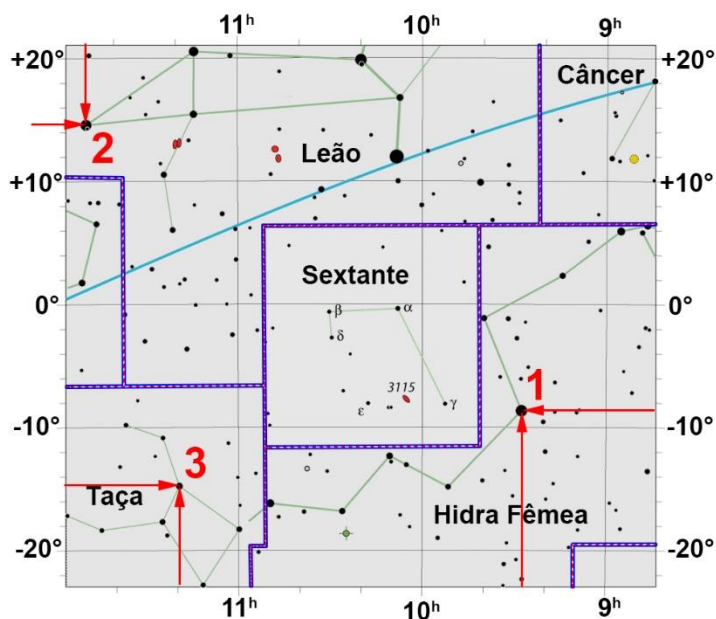
Você possui uma Carta Celeste da região alvo e está curioso(a) para saber a quais constelações estas estrelas pertencem. Os limites e os nomes das constelações da região podem ser vistos na imagem a seguir.



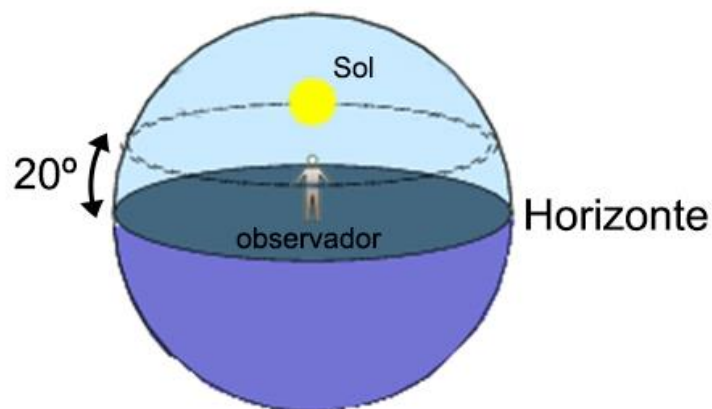
Indique a opção que traz os nomes das constelações às quais pertencem, respectivamente, as estrelas 1, 2 e 3 daquela noite de observação.

- a) Hidra Fêmea, Leão e Taça.
- b) Câncer, Taça e Leão.
- c) Sextante, Câncer e Hidra Fêmea.
- d) Leão, Sextante e Câncer.
- e) Taça, Leão e Hidra Fêmea.

Resposta: a) Hidra Fêmea, Leão e Taça.



17) A figura a seguir traz um esquema da esfera celeste com um observador sobre algum ponto da superfície da Terra representado no centro da figura. Esse observador percebe que o Sol, ao longo do dia está percorrendo uma trajetória aparente paralela ao horizonte, 20° acima desse. Passadas 24 horas, nosso observador percebe que a trajetória do Sol está mais baixa do que a do dia anterior.

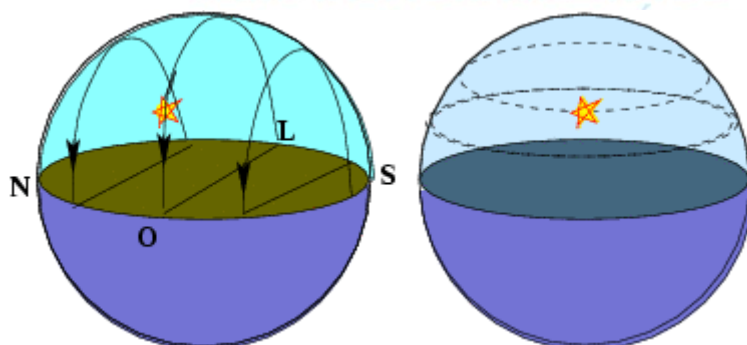


Baseado nessas informações, assinale a única opção correta sobre nosso observador.

- a) Ele está em um dos Polos Geográficos da Terra, durante o Verão.
- b) Ele está em um dos Polos Geográficos da Terra, durante o Outono.
- c) Ele está sobre a Linha do Equador, durante o Inverno.
- d) Ele está sobre a Linha do Equador, durante a Primavera.
- e) Ele está em um dos Polos Geográficos da Terra no dia do Solstício de Verão.

Resposta: a) Ele está em um dos Polos Geográficos da Terra, durante o Verão.

A trajetória aparente do Sol sobre a Linha do Equador ($\text{Lat.} = 0^\circ$) e em um dos Polos ($\text{Lat.} = \pm 90^\circ$) estão esquematizadas, respectivamente, nas figuras a seguir. Portanto, nosso observador está em um dos Polos Geográficos da Terra.



Se 24 horas depois a altura da trajetória ficou mais baixa, significa que o Sol já passou pelo Solstício de Verão e se encontra a caminho do Equinócio de Outono. Portanto é verão para nosso observador polar.

18) O brilho de qualquer estrela irá variar, e muito, em algumas das etapas da sua existência. Podem variar de brilho inclusive, por eclipse com outra estrela ou planeta, ou pela existência de alguma mancha sobre ela, ou então porque não é exatamente esférica, ou porque pulsa radialmente e até mesmo não radialmente.

As Gigantes Vermelhas, do tipo Cefeidas, pulsam radialmente e estão divididas entre as Cefeidas Clássicas e as do Tipo II. As Clássicas possuem períodos entre 1 e 100 dias e possuem massas entre 2 e 20 vezes a massa solar. As Cefeidas do Tipo II têm massas entre 0,5 e 0,6 vezes a massa solar e pulsam com períodos entre 1 e 25 dias.

Medir distâncias em astronomia é de suma importância e a astrônoma estadunidense Henrietta Leavitt (1868-1921), em 1912, descobriu uma relação entre o período (P), em dias, de pulsação do brilho das Cefeidas Clássicas e a magnitude absoluta (M_v) delas, dada por:

$$M_v = -2,76 \times \log[P(\text{dias})] - 1,40.$$

Medindo-se o período (P) podemos calcular a magnitude absoluta (M_v). Com a luz que chega de uma Cefeida num telescópio se obtém a magnitude aparente (m_v). Ambas as magnitudes (M_v e m_v) estão relacionadas com a distância d da estrela até nós, dada por:

$$d = 10^{(m_v - M_v + 5)/5}.$$

Com todas essas informações, considere que uma Cefeida de magnitude aparente $m_v = 10$, foi observada com período de pulsação $P = 10$ dias.

Assinale a opção que traz a que distância, aproximadamente, esta Cefeida está de nós (desconsiderando qualquer tipo de perda de luz pelo caminho).

- a) 6.792 parsecs.
- b) 6.792 anos-luz.
- c) 147 anos-luz.
- d) 147 parsecs.
- e) 679 unidades astronômicas.

Resposta: a) 6.792 parsecs.

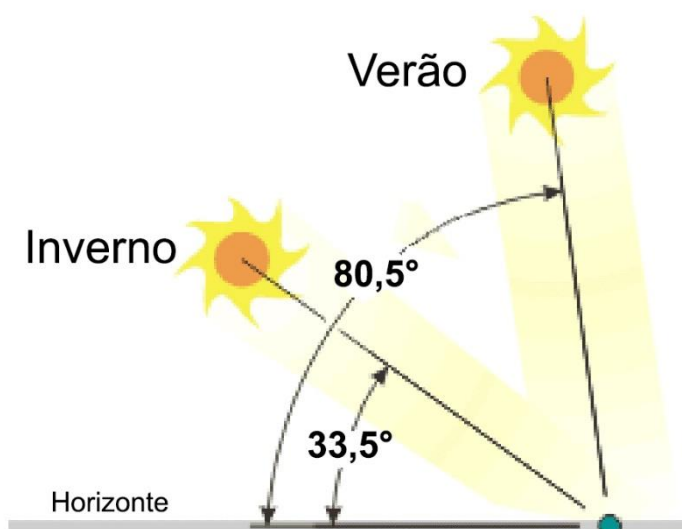
Usando a primeira fórmula para calcular a magnitude absoluta M_v da Cefeida, obtemos:

$$M_v = -2,76 \times \log(10) - 1,40 \rightarrow M_v = (-2,76 \times 1) - 1,40 = -4,16.$$

Usando a segunda fórmula (também conhecida como *módulo da distância*, onde d é dado em parsec) para achar a distância da Cefeida até nós, obtemos:

$$d = 10^{(10 + 4,16 + 5)/5} \rightarrow d = 10^{3,832} \cong 6.792 \text{ parsecs}.$$

19) O esquema a seguir mostra a altura máxima e mínima do Sol, respectivamente, nos dias do Solstício de Verão e Solstício de Inverno numa determinada latitude geográfica.



Marque a opção que traz a latitude geográfica ϕ do lugar.

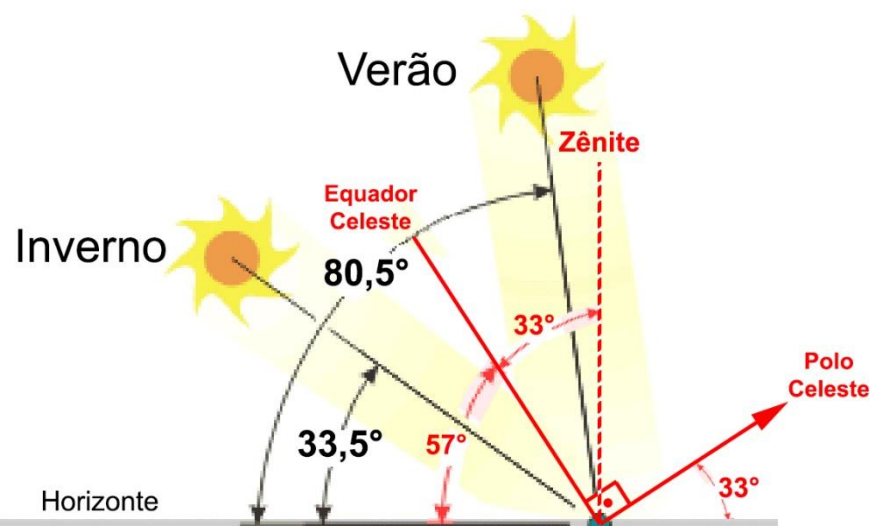
- a) $33,0^\circ$.
- b) $57,0^\circ$.
- c) $80,5^\circ$.
- d) $33,5^\circ$.
- e) $45,0^\circ$.

Resposta: a) 33° .

A altura do Equador Celeste é a média aritmética simples entre a altura do Sol no início do inverno e a altura do Sol no início do verão. Portanto: $(80,5^\circ + 33,5^\circ)/2 = 57^\circ$.

A distância zenital (z) do Equador Celeste é o complemento da sua altura. Portanto: $z = 90^\circ - 57^\circ = 33^\circ$.

A distância zenital (z) do Equador Celeste é igual à altura do Polo elevado, que por sua vez é igual à latitude geográfica do local. Portanto: $\phi = 33^\circ$.





20) Suponha um asteroide de órbita circular e interior à órbita da Terra. Você, em seu observatório, descobre com precisão que o período sinódico desse asteroide é de $S = 3,00$ anos.

Assinale a opção que traz a distância aproximada que esse asteroide está do Sol.

- a) 0,82 UA.
- b) 0,75 UA.
- c) 0,42 UA.
- d) 1/3 UA.
- e) 0,65 UA.

Resposta: a) 0,82 UA.

Devemos, primeiro, calcular o período orbital desse asteroide:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_{\text{asteroide}}} - \frac{1}{P_{\text{Terra}}} \rightarrow \frac{1}{P_{\text{asteroide}}} = \frac{1}{3 \text{ anos}} + \frac{1}{1 \text{ ano}} \rightarrow P_{\text{asteroide}} = 0,75 \text{ ano.}$$

Depois usar a 3ª Lei de Kepler para descobrir sua distância ao Sol:

$$P_{\text{asteroide}}^2 = a_{\text{asteroide}}^3 \rightarrow a_{\text{asteroide}} = \sqrt[3]{(0,75)^2} \cong 0,82 \text{ UA.}$$

