

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

1ª PROVA ONLINE DE 14 DE OUTUBRO DE 2022

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2023 -

1) Escreva **V** ou **F** (Verdadeiro ou Falso) na frente de cada afirmação.

(V) O valor da magnitude aparente de uma estrela pode ser negativo.

(V) Um fóton ultravioleta (UV) tem mais energia do que um fóton infravermelho (IR).

(F) Todos os asteroides do Sistema Solar vêm de um planeta que se fragmentou.

(F) Os eclipses solares ocorrem durante as fases de Lua Cheia.

(F) Para um observador localizado sobre a Linha do Equador, a altura das estrelas é constante.

Resposta:

A afirmação “O valor da magnitude aparente de uma estrela pode ser negativo.” é Verdadeira, pois a estrela Vega tem sido definida como tendo uma magnitude de zero, ou pelo menos próxima a isto e como a escala de magnitudes é invertida, qualquer estrela mais brilhante do que Vega terá sua magnitude negativa.

A afirmação “Um fóton ultravioleta (UV) tem mais energia do que um fóton infravermelho (IR).” é Verdadeira, pois a energia do fóton é diretamente proporcional à sua frequência eletromagnética e um fóton ultravioleta tem frequência superior à frequência de um fóton infravermelho,

A afirmação “Todos os asteroides do Sistema Solar vêm de um planeta que se fragmentou.” é Falsa, pois muitos são restos fragmentados de planetesimais, corpos dentro da nebulosa solar do jovem Sol que nunca cresceram o suficiente para se tornarem planetas.

A afirmação “Os eclipses solares ocorrem durante as fases de Lua Cheia.” é Falsa, pois os eclipses solares ocorrem durante a fase de Lua Nova.

A afirmação “Para um observador localizado sobre a Linha do Equador, a altura das estrelas é constante.” é Falsa, pois nesta localização as estrelas nascem do lado leste e se põem do lado oeste. Somente para uma pessoa localizada em um dos Polos Geográficos as estrelas têm alturas constantes (exceto o Sol).

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

2) Para ser classificado como planeta, um astro deve atender a alguns critérios que foram definidos em uma reunião da Assembleia Geral da União Astronômica Internacional em 24 de agosto de 2006.

Marque a alternativa que indica uma característica necessária para a definição de um planeta do Sistema Solar.

- a) Orbitar o Sol sem emitir luz própria.
- b) Existência de uma ou mais luas.
- c) Iluminação interna e externa próprias.
- d) Composição rochosa.
- e) Inexistência de vida.

Resposta: a) Orbitar o Sol sem emitir luz própria. Caso emitisse luz própria este objeto seria uma estrela e formaria um sistema binário com o nosso Sol.

A União Astronômica Internacional em sua Assembleia Geral de 24 de agosto de 2006 aprovou resolução segundo a qual um planeta é um corpo celeste que:

- (a) está em órbita ao redor do Sol;
- (b) tem forma determinada pelo equilíbrio hidrostático (arredondada) resultante do fato de que sua força de gravidade supera as forças de coesão dos materiais que o constituem;
- (c) é um objeto de dimensão predominante entre os objetos que se encontram em órbitas vizinhas.

3) Em uma aula de Astronomia, um aluno pergunta ao seu professor qual a sua idade. O professor, então, responde: “Desde que nasci, já percorri 46,5 bilhões de quilômetros em torno do Sol”.

Assinale a alternativa que traz a idade, em anos, aproximada do professor.

Dados: $\pi \cong 3,1$; distância Terra-Sol = 1 UA $\cong 1,5 \times 10^8$ km (considere a órbita como circular).

- a) 50
- b) 46,5
- c) 31
- d) 62
- e) 56,5

Resposta: a) 50

O perímetro da órbita da Terra vale:

$$p_T = 2\pi d_{T-S} = 2 \times 3,1 \times 1,5 \times 10^8 \text{ km} = 9,3 \times 10^8 \text{ km}$$

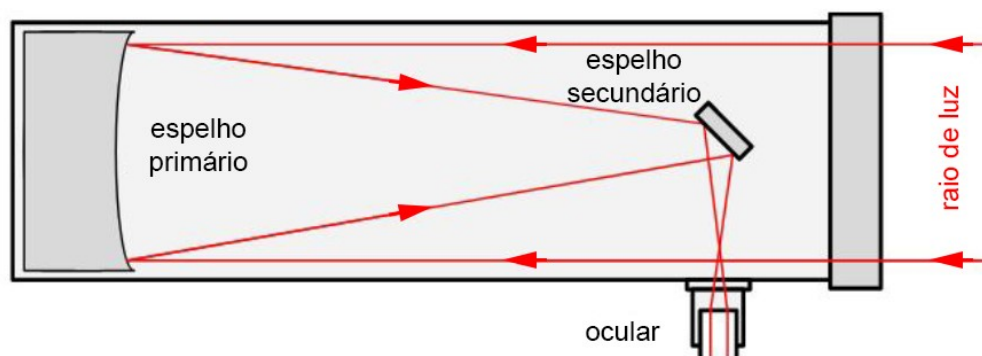
Se em 1 ano a Terra percorre $9,3 \times 10^8$ km, em X anos terá percorrido $46,5 \times 10^9$ km

$$\frac{1 \text{ ano}}{9,3 \times 10^8 \text{ km}} = \frac{X}{46,5 \times 10^9 \text{ km}} \leftrightarrow X = \frac{1 \text{ ano} \times 46,5 \times 10^9 \text{ km}}{9,3 \times 10^8 \text{ km}} = 50 \text{ anos}$$

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

4) A imagem a seguir mostra o diagrama óptico de um telescópio:



Que tipo de telescópio está representado no diagrama?

- a) Refletor Newtoniano.
- b) Refrator Galileano.
- c) Refrator Kepleriano.
- d) Refletor Schmidt-Cassegrain.
- e) Refletor Gregoriano.

Resposta: a) Refletor Newtoniano.

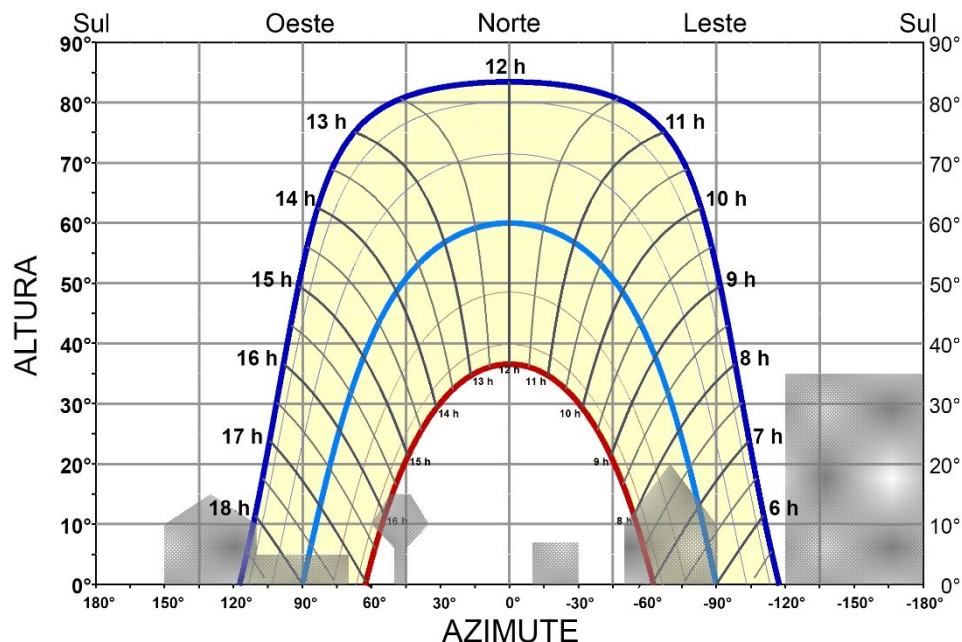
O telescópio newtoniano, também chamado de refletor newtoniano, é um tipo de telescópio refletor inventado pelo inglês Sir Isaac Newton (1643-1727), usando um espelho primário côncavo e um espelho secundário diagonal plano.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

5) O gráfico a seguir traz a altura h versus azimute A do Sol, para uma cidade do Brasil, ao longo de 1 ano inteiro. As horas correspondem à hora solar verdadeira. No gráfico, vemos que a altura do Sol é igual a 0° no nascente e no poente e que a altura do Sol é máxima às 12h (meio dia solar verdadeiro). As curvas extremas, em azul escuro e vermelho, correspondem à altura do Sol nos dias dos Solstícios de Verão e de Inverno, respectivamente.



Fonte: Equipe OBA.

Baseado neste gráfico, assinale a alternativa que traz a latitude desta cidade brasileira.

- a) 30° .
- b) 60° .
- c) 12° .
- d) 83° .
- e) 36° .

Resposta: a) 30°

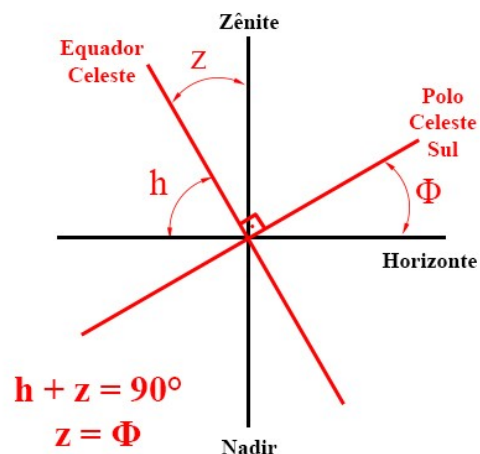
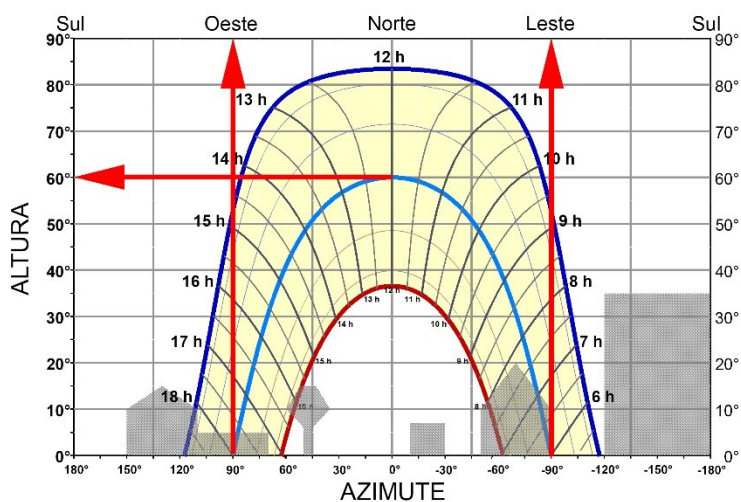
As curvas extremas, em azul escuro e vermelho, correspondem à altura do Sol nos dias dos Solstícios de Verão e de Inverno, respectivamente. Portanto, a curva central, em azul claro, corresponde à altura do Sol nos dias dos Equinócios, pois nestes dias o Sol nasce ($h = 0^\circ$) exatamente no Ponto Cardeal Leste ($A = -90^\circ$) e se põe ($h = 0^\circ$) exatamente no Ponto Cardeal Oeste ($A = 90^\circ$).

Pelo gráfico, vemos que ao meio-dia solar verdadeiro nos Equinócios, a altura do Sol é $h = 60^\circ$.

A distância zenital z do Equador Celeste corresponde à altura do Polo elevado, que por sua vez corresponde à latitude geográfica Φ do local.

GABARITO COMENTADO

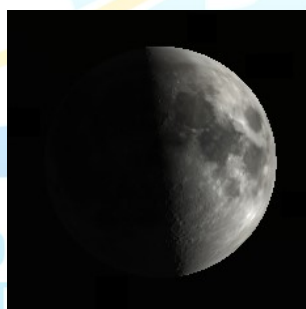
Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica



Sendo assim:

$$z = 90^\circ - h = 90^\circ - 60^\circ = 30^\circ = \Phi$$

6) O termo “idade da Lua” possui duas definições: o tempo decorrido desde a sua criação, cerca de 4,51 bilhões de anos, ou os dias decorridos após uma Lua Nova. Por esta última definição, a idade da Lua pode variar de zero (Lua Nova) a 29,5 dias. A figura a seguir traz a imagem da Lua em Quarto Crescente.



Fonte: Stellarium.

Assinale a alternativa que traz a idade da Lua nesta fase.

- a) 7,3 dias.
- b) 5,2 dias.
- c) 9,5 dias.
- d) 14,6 dias.
- e) 21,9 dias.

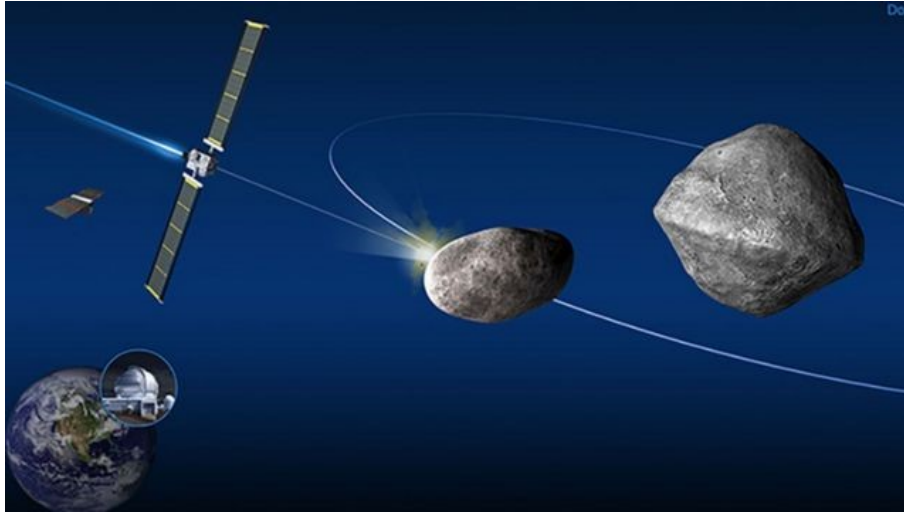
Resposta: a) 7,3 dias.

A Lua Quarto Crescente ocorre 1/4 de ciclo após seu início, que se inicia na Lua Nova. Portanto a idade da Lua mostrada na figura será $29,5 \text{ dias} / 4 \cong 7,3 \text{ dias}$.

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

7) Pela primeira vez, a Nasa testou sua tecnologia para defender a Terra contra asteroides ou cometas por meio da missão Dart (sigla em inglês para “Teste de Redirecionamento de Asteroides Duplos” ou *Double Asteroid Redirection Test*). O objetivo da empreitada foi impactar o asteroide Dimorphos para mudar sua órbita. A figura a seguir traz o esquema, fora de escala, do impacto.



Fonte: Johns Hopkins Applied Physics Laboratory.

A sonda DART fez história ao atingir a rocha espacial no dia 26 de setembro de 2022 na primeira demonstração de uma técnica de desvio de um asteroide, sendo também a primeira vez que a humanidade tenta mudar o movimento de um objeto espacial.

Antes do impacto, Dimorphos levava 11 horas e 55 minutos para orbitar Didymos, o outro asteroide do sistema binário. As observações de telescópios mostraram que o impacto alterou a órbita de Dimorphos, que agora é de 11 horas e 23 minutos.

Baseado nestas informações, assinale a alternativa correta.

- a) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos diminuiu.
- b) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos aumentou.
- c) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos não se alterou.
- d) Após o impacto, a velocidade orbital de Dimorphos diminuiu.
- e) Após o impacto, a força gravitacional exercida mutuamente diminuiu.

Resposta: a) Após o impacto, a distância média entre Dimorphos e Didymos diminuiu.

Se o período orbital de Dimorphos diminuiu, pela 3ª Lei de Kepler, a distância média entre os asteroides também diminuiu:

$$\frac{P_{inicial}^2}{R_{inicial}^3} = \frac{P_{final}^2}{R_{final}^3} \Leftrightarrow \frac{P_{final}^2}{P_{inicial}^2} = \frac{R_{final}^3}{R_{inicial}^3}$$

Se

$$\frac{P_{final}^2}{P_{inicial}^2} < 1 \rightarrow \frac{R_{final}^3}{R_{inicial}^3} < 1 \rightarrow R_{final}^3 < R_{inicial}^3$$

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

8) Escreva **V** ou **F** Verdadeiro ou Falso) na frente de cada afirmação.

(V) Em um sistema binário, a estrela mais massiva está sempre mais próxima do centro de massa do sistema.

(F) Uma estrela mais massiva permanece mais tempo no estágio da Sequência Principal.

(F) A zona habitável do Sol se estende de 5 UA a 10 UA, aproximadamente.

(F) Estrelas com massas semelhantes à massa do Sol terminam seus dias explodindo como supernovas e eventualmente se tornando buracos negros.

(F) O céu nos parece azul porque a atmosfera dispersa mais os comprimentos de onda longos da luz do Sol.

Resposta:

A afirmação “Em um sistema binário, a estrela mais massiva está sempre mais próxima do centro de massa do sistema.” é Verdadeira pela própria definição de centro de massa de um sistema binário.

A afirmação “Uma estrela mais massiva permanece mais tempo no estágio da Sequência Principal.” é Falsa, pois quanto mais massa possui uma estrela, mais curto é o seu tempo de vida.

A afirmação “A zona habitável do Sol se estende de 5 UA a 10 UA, aproximadamente.” é Falsa, pois a Terra, que está a 1 UA do Sol, está, obviamente, dentro da Zona Habitável do Sol.

A afirmação “Estrelas com massas semelhantes à massa do Sol terminam seus dias explodindo como supernovas e eventualmente se tornando buracos negros.” é Falsa, pois o Sol não tem massa suficiente para no futuro explodir como uma supernova. O Sol acabará seus dias como uma Anã Branca.

A afirmação “O céu nos parece azul porque a atmosfera dispersa mais os comprimentos de onda longos da luz do Sol.” é Falsa, pois a atmosfera dispersa os comprimentos de onda curtos, como o azul e o violeta.

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

9) Considere as afirmações a seguir e assinale a alternativa correta.

I - Vistas da Terra, a estrela **A** aparenta ser mais brilhante que a estrela **B**. Portanto a estrela A deve estar mais perto da Terra;

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

III – Anãs Brancas são muito brilhantes porque elas são muito mais quentes que o Sol.

- a) Nenhuma está correta.
- b) Apenas a II e III estão corretas.
- c) Apenas a II está correta.
- d) Apenas a III está correta.
- e) Todas estão corretas.

Resposta: a) Nenhuma está correta.

A afirmação “A estrela A aparenta ser mais brilhante que a estrela B vistas da Terra. Portanto a estrela A deve estar mais perto da Terra” está incorreta, pois a estrela A pode ser mais brilhante por ser mais luminosa que a estrela B e não por estar mais perto.

A afirmação “Uma estrela de magnitude aparente +5 é mais brilhante que uma de magnitude aparente +2” está incorreta, pois a escala de magnitudes é invertida. Portanto uma estrela de magnitude +5 é menos brilhante que uma estrela de magnitude +2.

A afirmação “Anãs Brancas são muito brilhantes porque elas são extremamente quentes” está incorreta, pois apesar de uma Anã Branca ser extremamente quente, seu raio é pequeno e, portanto, pouco brilhante.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

10) Considere que um cometa passou por seu periélio em 2 de julho de 2006 a uma distância de 0,5 UA do Sol e passou pelo seu periélio novamente em 2 de julho de 2011.

Assinale a alternativa que traz a distância, aproximadamente, do cometa ao Sol na data do seu afélio.

- a) 5,3 UA.
- b) 3,4 UA.
- c) 11,0 UA.
- d) 2,9 UA.
- e) 1,7 UA.

Resposta: a) 5,3 UA.

O período orbital deste cometa será de $P = 2011 - 2006 = 5$ anos

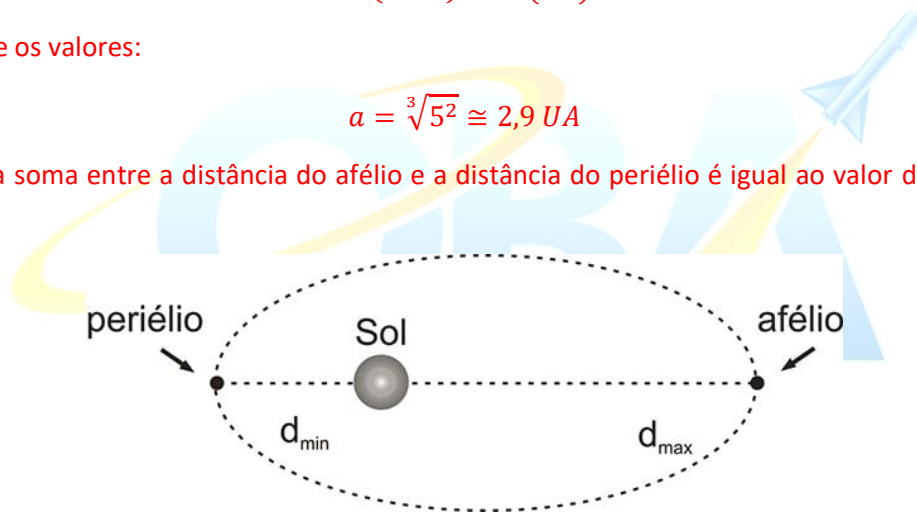
A 3ª Lei de Kepler nos dá a relação entre o quadrado do período P e o cubo do semieixo maior a da órbita:

$$P^2(\text{anos}) = a^3(\text{UA})$$

Substituindo-se os valores:

$$a = \sqrt[3]{5^2} \cong 2,9 \text{ UA}$$

Sabemos que a soma entre a distância do afélio e a distância do periélio é igual ao valor do eixo maior da órbita ($2a$).



Portanto:

$$d_{\text{afélio}} + d_{\text{periélio}} = 2a \leftrightarrow d_{\text{afélio}} = 2a - d_{\text{periélio}} \rightarrow d_{\text{afélio}} = 5,8 - 0,5 = 5,3 \text{ UA}$$

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

11) Quando os livros didáticos e de divulgação referem-se ao Sol como uma estrela amarela de 5ª grandeza estão se referindo a:

- a) Sua temperatura superficial e sua magnitude absoluta.
- b) Sua cor e diâmetro aparentes em relação às estrelas da sequência principal.
- c) Sua cor e seu brilho aparente em relação às estrelas visíveis.
- d) Sua temperatura superficial e sua magnitude aparente.
- e) Sua temperatura superficial e sua idade em relação às estrelas da sequência principal.

Resposta: a) Sua temperatura superficial e sua magnitude absoluta.

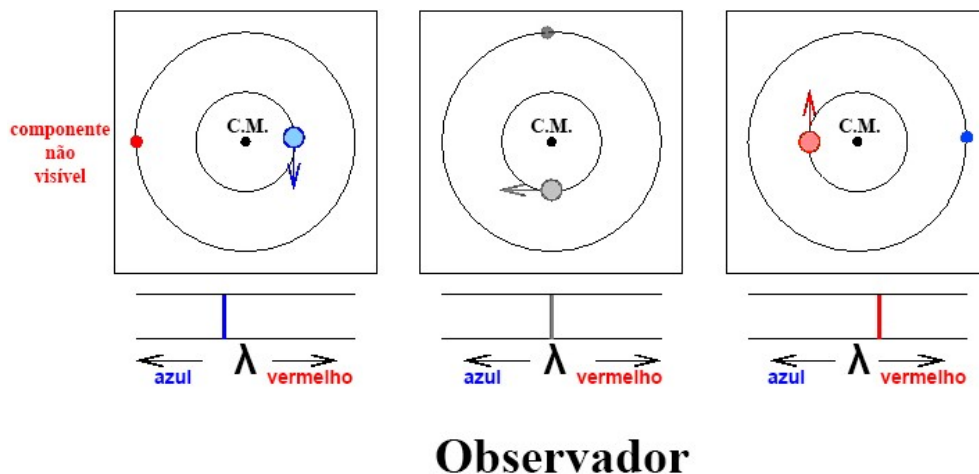
A cor de uma estrela depende da sua temperatura e o termo “grandeza” não se encontra mais em uso na Astronomia. Ele foi substituído por “magnitude”. A magnitude absoluta do Sol vale $4,83 \approx 5$ e a magnitude aparente do Sol vale $-26,74 \approx -27$.

12) As linhas do espectro de uma estrela mostram um desvio para o vermelho e um desvio para o azul alternados, que se repete periodicamente com um período de 10 dias. Ao mesmo tempo, nenhuma variação no tipo espectral da estrela é observada.

Assinale a alternativa que explica este fenômeno.

- a) A estrela faz parte de sistema binário que gira em torno do centro de gravidade comum com um período orbital de 10 dias, de modo que a estrela se aproxima e se afasta alternadamente do observador.
- b) Esta é uma característica típica de uma estrela variável com um período de 10 dias.
- c) As linhas do espectro são deslocadas pelo efeito Doppler, devido ao movimento de translação da Terra.
- d) As linhas do espectro são deslocadas pelo efeito Doppler, devido ao movimento de rotação da Terra.
- e) A estrela está dentro de um aglomerado onde está sujeita a perturbações de estrelas vizinhas.

Resposta: a) A estrela faz parte de sistema binário que gira em torno do centro de gravidade comum com um período orbital de 10 dias, de modo que a estrela se aproxima e se afasta alternadamente do observador.



Fonte: <http://astro.if.ufrgs.br/bin/binarias.htm> (adaptado).

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

13) Encélado ou Enceladus é o sexto maior satélite natural de Saturno. Esta lua mostra uma superfície muito lisa com poucas crateras de impacto visíveis, distinguindo-a de outros objetos sem atmosfera, como por exemplo a Lua, cuja superfície é quase que completamente coberta de crateras.

Assinale a alternativa que explica essa peculiaridade de Encélado.

- a) Porque a superfície é muito jovem devido ao extenso criovulcanismo que recicla a superfície.
- b) Porque a superfície é metálica e imune a impactos.
- c) Porque a vida microbiana renova a superfície, apagando os vestígios dos impactos.
- d) Porque sua atmosfera a protege de impactos.
- e) Porque sua superfície sofre forte erosão eólica.

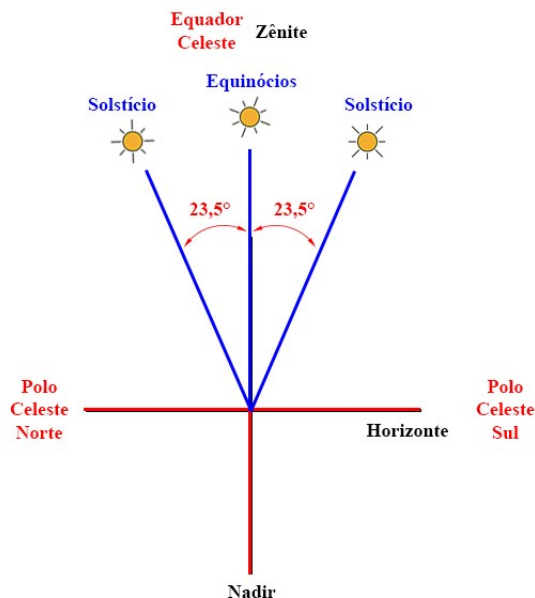
Resposta: a) Porque a superfície é muito jovem devido ao extenso criovulcanismo que recicla a superfície.

Os criovulcões, também conhecidos como vulcões gelados, são vulcões que não expelem lava, mas sim compostos voláteis, como metano e amônia. Estas formações e seus respectivos processos não existem na Terra, mas já se sabe que ocorrem em diferentes lugares no Sistema Solar, como nas luas Encélado e Titã, de Saturno.

14) Para um observador localizado no equador terrestre, em que momento o Sol passa pelo zênite?

- a) Em ambos os Equinócios.
- b) Todos os dias.
- c) Nunca.
- d) Em ambos os Solstícios.
- e) Apenas no Solstício de Verão.

Resposta: a) Em ambos os Equinócios.



GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

15) Se o Sol está 392 vezes mais distante da Terra do que a Lua, por que ambos os astros parecem ter, praticamente, o mesmo tamanho aparente?

- a) Porque o diâmetro da Lua é cerca de 392 vezes menor que o do Sol.
- b) Porque seus diâmetros reais são os mesmos.
- c) Porque a Lua não tem luz própria.
- d) Porque o ano dura 365,25 dias e o período da Lua é de apenas 27,3 dias.
- e) Porque a Lua é um satélite.

Resposta: a) Porque o diâmetro da Lua é cerca de 392 vezes menor que o do Sol.

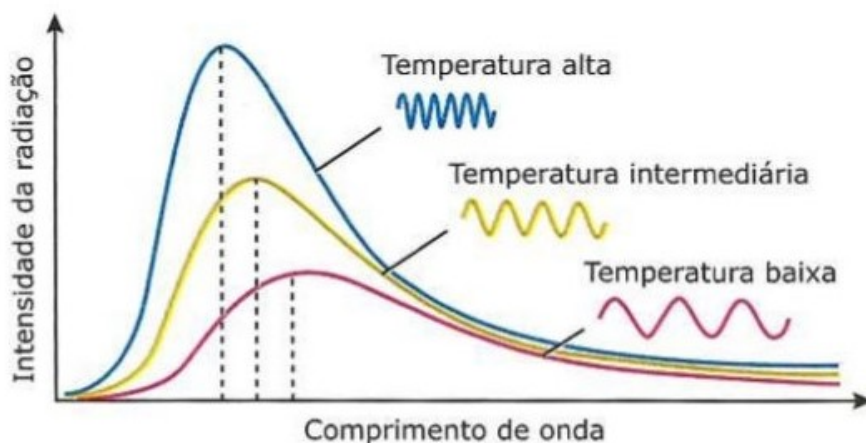
O fato de o Sol ser 392 vezes maior do que a Lua e estar 392 vezes mais distante, faz com que os dois astros tenham o mesmo tamanho angular.

16) Assinale a afirmativa correta em relação à radiação emitida pelas estrelas.

- a) Uma estrela em uma determinada temperatura emite radiação com intensidade diferente em múltiplas frequências do espectro eletromagnético e o pico de emissão está relacionado à sua temperatura.
- b) A radiação eletromagnética emitida por uma estrela a uma determinada temperatura corresponde a uma única frequência do espectro eletromagnético.
- c) Uma estrela a uma determinada temperatura emite radiação com a mesma intensidade em todas as regiões do espectro eletromagnético e o pico de emissão está relacionado à sua temperatura.
- d) O fluxo de energia emitido por uma estrela é diretamente proporcional à temperatura de sua superfície.
- e) O fluxo de energia emitido por uma estrela depende apenas de seu tamanho.

Resposta: a) Uma estrela em uma determinada temperatura emite radiação com intensidade diferente em múltiplas frequências do espectro eletromagnético e o pico de emissão está relacionado à sua temperatura.

A figura a seguir traz os espectros para estrelas de temperaturas diferentes. A linha tracejada indica o pico da radiação.



GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

17) Se pudéssemos reduzir pela metade a distância entre uma estrela e nosso planeta, sua magnitude absoluta:

- a) Não mudaria.
- b) Dobraria.
- c) Aumentaria 4 vezes.
- d) Aumentaria 6,3 vezes.
- e) Aumentaria 10 vezes.

Resposta: a) Não mudaria.

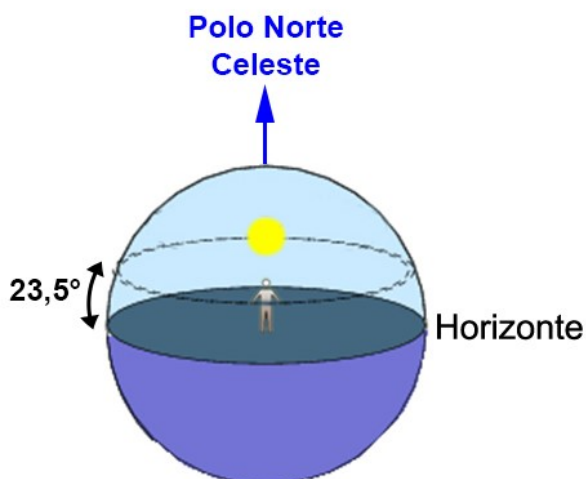
A magnitude absoluta de uma estrela é uma característica própria dela e não depende da distância dela até nós.

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

- a) $23,5^\circ$.
- b) 0° .
- c) 90° .
- d) depende do horário da observação.
- e) o Sol não estará visível.

Resposta: a) $23,5^\circ$.

Durante o Solstício de Verão do Hemisfério Norte, no Polo, a trajetória do Sol será paralela ao horizonte, à $23,5^\circ$ de altura.



GABARITO COMENTADO

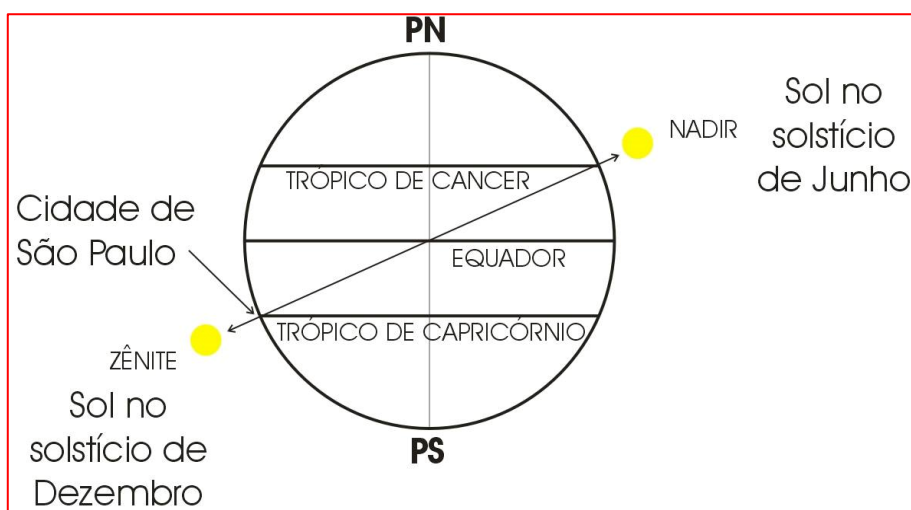
Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

19) Considere que a Obliquidade da Eclíptica seja $e = 23,5^\circ$ e que a latitude de São Paulo seja $23,5^\circ$ S. Em qual dia do ano o Sol passa pelo Nadir de São Paulo?

- a) No dia do Solstício de junho.
- b) No dia do Equinócio de março.
- c) No dia do Solstício de dezembro.
- d) No dia do Equinócio de setembro.
- e) O Sol nunca passará pelo Nadir de São Paulo.

Resposta: a) No dia do Solstício de junho.

No dia do solstício de junho, o Sol estará sobre o Trópico de Câncer.



OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

20) Se você se localiza em uma região onde o Cruzeiro do Sul é circumpolar, então é possível ver esta constelação:

- a) Todas as noites claras do ano.
- b) Apenas noites claras de verão.
- c) Apenas noites claras de primavera e verão.
- d) Apenas noites claras de verão e outono.
- e) Apenas em noites claras no outono e inverno.

Resposta: a) Todas as noites claras do ano.

Se a constelação do Cruzeiro é circumpolar, então ela estará acima do horizonte durante todo o ano.

