

GABARITO COMENTADO

Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

1ª PROVA ONLINE DE 15 DE JANEIRO DE 2021

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2021 -

1) A figura a seguir apresenta um analema solar obtido a partir de fotos tiradas em João Pessoa ($\phi = 7^{\circ}05' S$, $\lambda = 34^{\circ}50' O$). Esta imagem foi composta a partir de 19 fotos tiradas às 16h00 (hora local) em dias distintos entre os anos de 2017 e 2018. Considere as indicações na figura e as afirmações a seguir.



Foto: Marcelo Zurita

- I – No ponto **A**, o planeta Terra se encontra no periélio;
 - II – No ponto **B**, ocorre o Equinócio;
 - III – A reta tracejada (representada com a letra **d**) indica a posição do Equador Celeste;
 - IV – No ponto onde a reta pontilhada **e** se encontra no horizonte, encontra-se o ponto cardinal Oeste.
- Das afirmações acima, quais destas são CORRETAS?

- a) I e IV
- b) II e III
- c) III e IV
- d) I e II

Resposta: a) I e IV

I – Verdadeira

O fato do movimento aparente do Sol mudar rapidamente ao redor do ponto **A** indica que a velocidade orbital da Terra está em seu valor máximo, o que indica que o Planeta se encontra no periélio.

II – Falsa

O equinócio é indicado pelos dois pontos onde o analema cruza com o Equador Celeste (reta pontilhada, indicada com a letra **e**).

III – Falsa

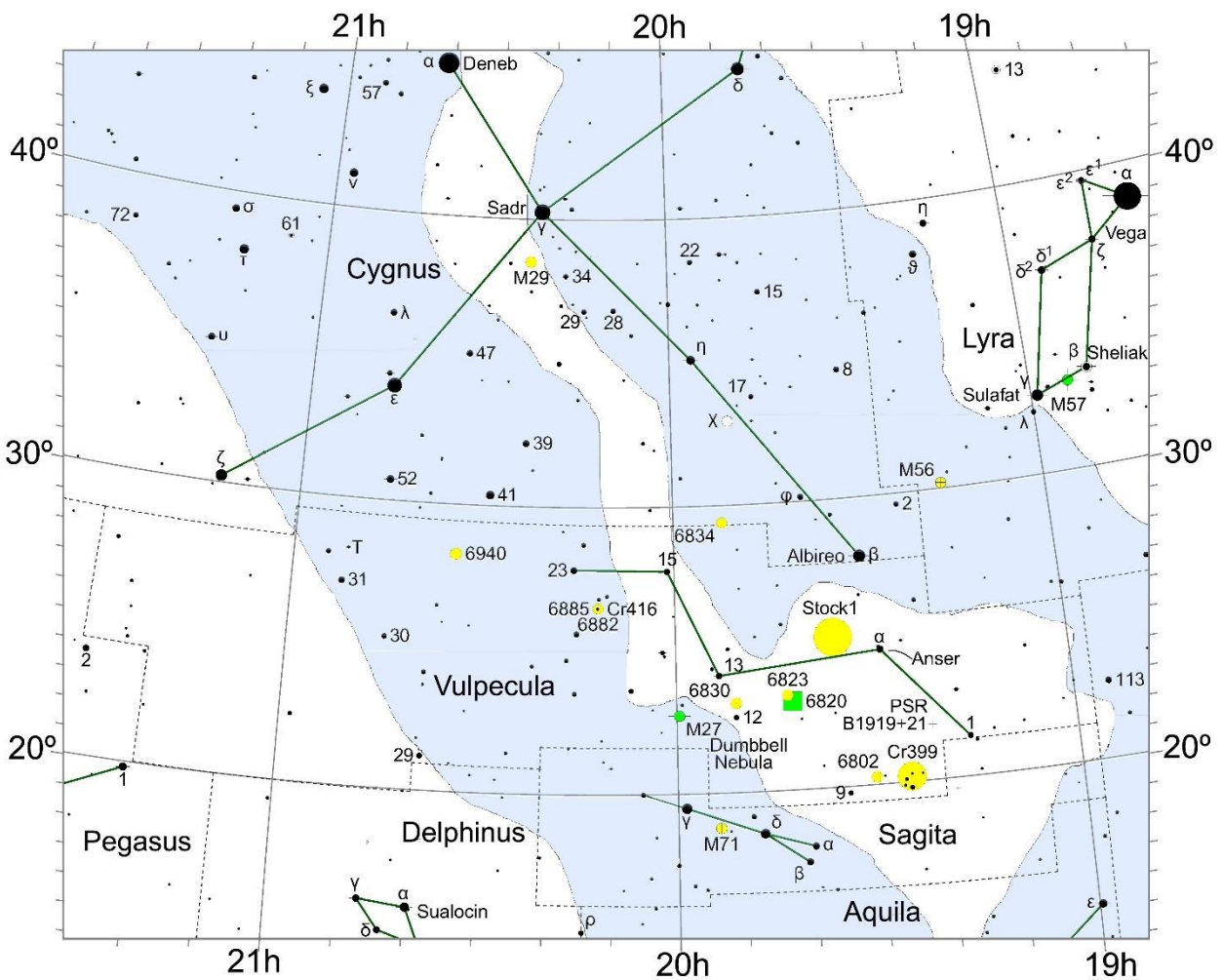
Como dito no item anterior, a reta pontilhada indica o Equador Celeste.

IV – Verdadeira

A projeção do Equador Celeste (reta pontilhada, indicada por e) no horizonte indica a posição dos pontos cardeais Leste e Oeste. Como a fotografia foi obtida por volta das 16h00, ou seja, antes do pôr-do-Sol, conclui-se que o cruzamento apresentado na figura indica o ponto cardinal Oeste.

2) Você trabalha em um observatório. Repentinamente, você recebe uma ligação de um entusiasta que fez observações noturnas, e notou algo de diferente em uma região do céu. De acordo com o relato, trata-se de uma supernova. Para confirmar se tal evento é verdadeiro, ele solicitou que você aponte seu telescópio para as seguintes coordenadas: ascensão reta $20^h 30^m$ e declinação $+25^\circ$.

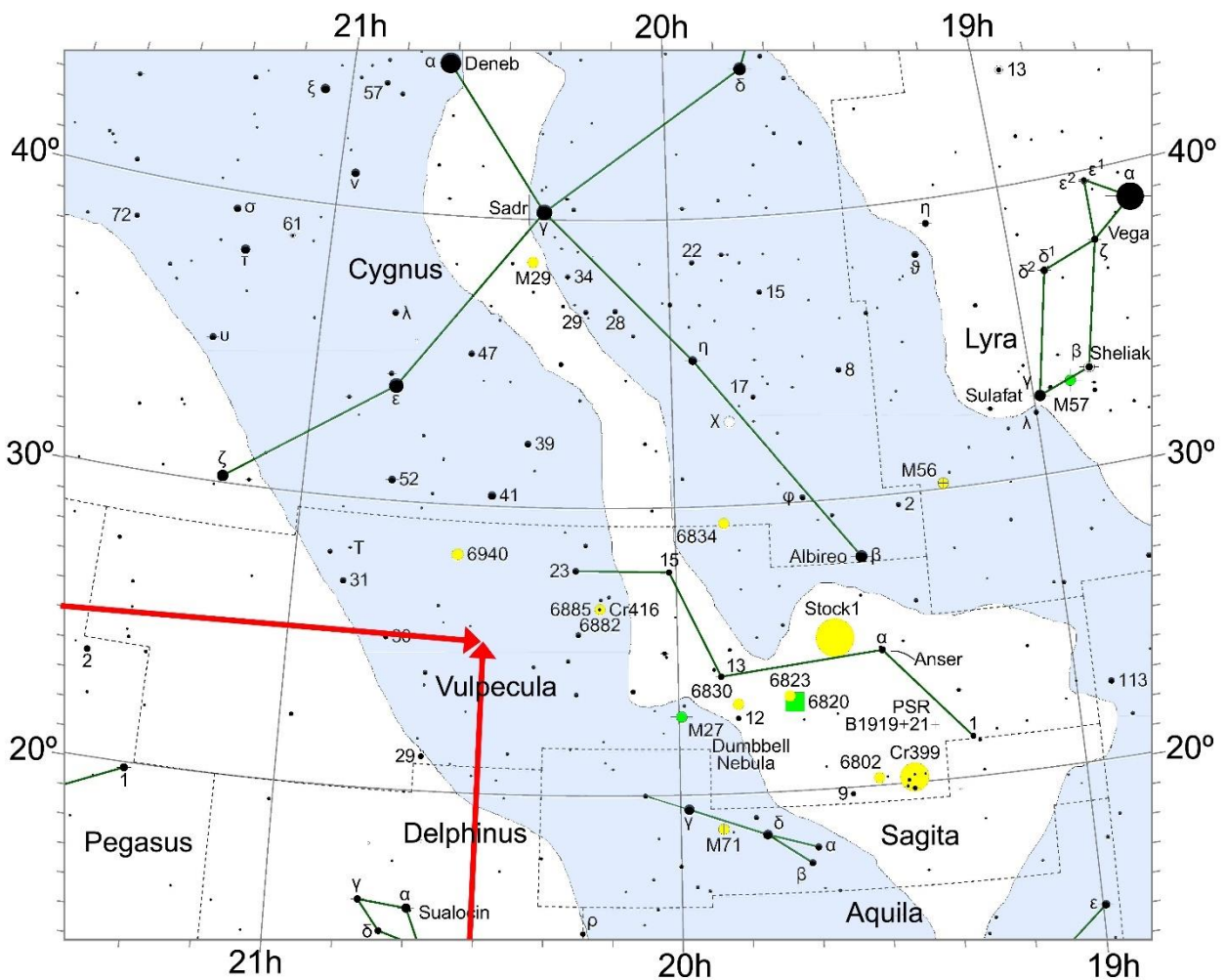
Segundo o atlas celeste, mostrado na figura, em qual constelação ocorreu o fenômeno?



- a) Vulpecula (*Raposa*)
- b) Cygnus (*Cisne*)
- c) Delphinus (*Delfim*)
- d) Pegasus (*Pégaso*)

Resposta: a) Vulpecula (*Raposa*)

De acordo com as coordenadas, o objeto de localiza na seguinte posição, indicado pelas setas. Desta forma, conclui-se que o evento ocorreu na constelação Vulpecula (*Raposa*).



3) Arcturus (ou α Boötis) é a estrela mais brilhante da constelação de Boieiro. Seu nome, vem do Grego Antigo, e significa “Guardião do Urso”. De acordo com o escritor Higino, este nome se deve à mitologia grega, pois é associado a *Arcas* – personagem que tinha como intenção matar sua mãe Calisto, que havia se transformado em um Urso. Zeus impediu esta tragédia transformando o garoto na constelação Boieiro, e sua mãe na constelação de Ursa Maior.

Esta é a estrela mais brilhante do hemisfério Norte celeste e a quarta estrela mais brilhante do céu noturno. Ela possui classificação espectral K0 III, é visível a olho nu e tem uma velocidade de 122 km/s em relação ao Sol.

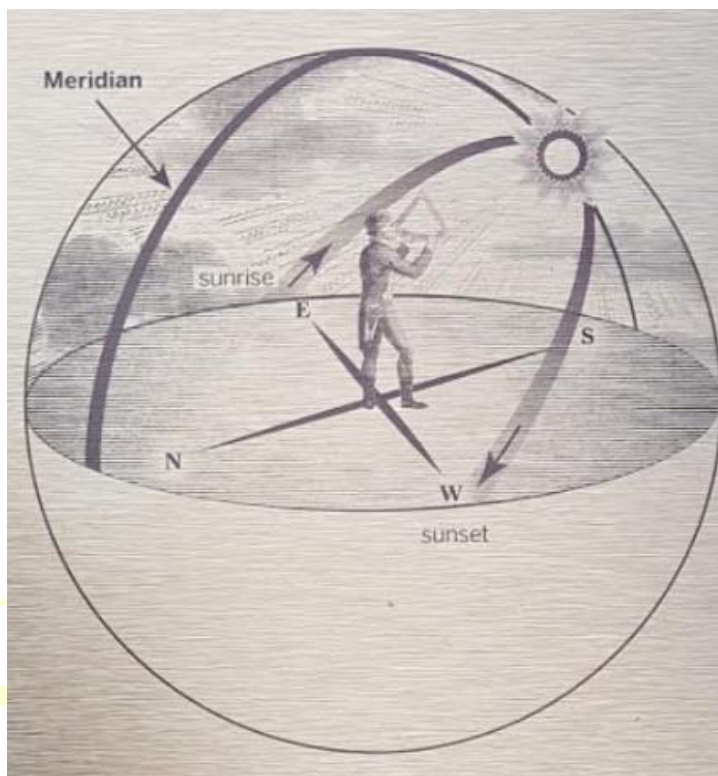
Com base apenas na classificação espectral, qual é a única informação que não podemos extrair de Arcturus?

- a) Distância em relação ao Sol
- b) Massa
- c) Raio
- d) Temperatura

Resposta: a) Distância em relação ao Sol

A partir da classificação K0 III podemos obter a temperatura efetiva da estrela, assim como a luminosidade (magnitude absoluta, consequentemente), massa e tamanho. Para obter a distância em relação ao Sol, é necessário realizar uma medida de paralaxe desta estrela. Portanto, a única informação que não é possível extrair da classificação é a sua distância em relação ao Sol.

4) A figura abaixo foi tirada no Observatório Real de Greenwich. Trata-se de uma placa homenageando o astrônomo John Flamsteed, o primeiro Astrônomo Real Britânico. Em seu trabalho no Observatório de Greenwich, Flamsteed catalogou cerca de 3000 estrelas de forma mais precisa do que qualquer outro astrônomo até então incluindo os trabalhos de Claudius Ptolomeu e Landgrave. O seu catálogo, intitulado *Historia Coelestis Britannica*, foi considerado a primeira contribuição significativa do Observatório de Greenwich. Após sua morte, em 1719, o posto de Astrônomo Real Britânico de Flamsteed foi concedido a Edmond Halley.



Analisando com atenção a figura, e sabendo que a latitude do Observatório de Greenwich é $51^{\circ}28''N$, para o instante representado podemos afirmar que:

- a) Flamsteed observa o Sol em situação de equinócio e a altura do Sol é $38^{\circ}32''$
- b) Flamsteed observa o Sol em situação de equinócio e a altura do Sol é $51^{\circ}28''$
- c) Flamsteed observa o Sol em situação de solstício e a altura do Sol é $38^{\circ}32''$
- d) Flamsteed observa o Sol em situação de solstício e a altura do Sol é $51^{\circ}28''$

Resolução

Alternativa a

A figura representa o Sol cruzando o meridiano local em situação de equinócio, uma vez que o Sol está nascendo no ponto cardinal Leste e se pondo no Oeste, logo sua declinação é $\delta = 0^{\circ}$. Portanto, a altura (h) do Sol neste instante é dada por:

$$h + \phi = 90^{\circ} \Rightarrow h + 51^{\circ}28'' = 90^{\circ} \Rightarrow h = 38^{\circ}32''$$

5) “Astronautas da Nasa entram na ISS após lançamento e acoplagem de sucesso...

Depois de uma viagem de 19 horas e mais de três horas de espera do lado de fora, os astronautas da Nasa Robert Behnken e Douglas Hurley finalmente entraram na ISS (Estação Espacial Internacional). Eles chegaram na cápsula de passageiros *Crew Dragon*, feita pela *SpaceX*, que acoplou com sucesso, e devem permanecer por lá provavelmente até agosto....”

(fonte: <https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2020/05/31/astronautas-da-nasa-chegam-a-estacao-espacial-internacional.htm>)

Assumindo que o período orbital da ISS é de 1,5 h e que ela está a uma altura de 400 km, em relação a superfície terrestre, estime a velocidade orbital aproximada da *Crew Dragon* quando acoplou na ISS.

Adote: Raio da Terra = 6400 km; $\pi = 3$ e considere que a velocidade orbital da ISS é constante em órbita circular entorno da Terra.

- a) 7,56 km/s
- b) 2,25 km/s
- c) 9,32 km/s
- d) 11,20 km/s

Resolução

Alternativa A

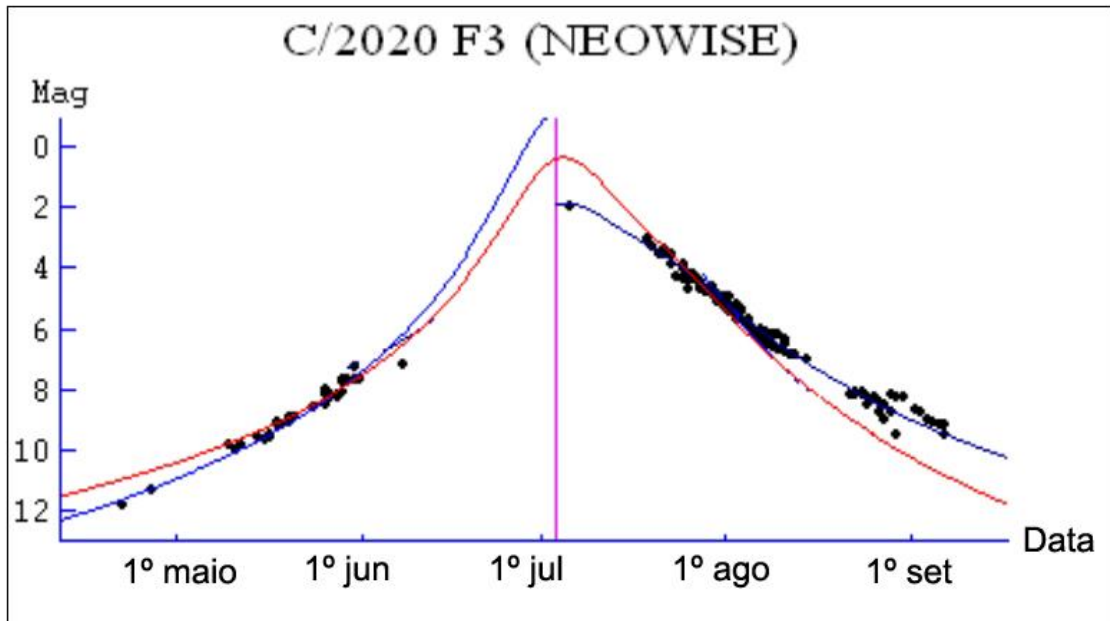
Para que a acoplagem seja bem sucedida, a velocidade orbital da *Crew Dragon* deverá ser igual ao da ISS. Assumindo que a velocidade orbital da ISS é constante, temos:

$$v_{CD} = v_{ISS} \Rightarrow v_{CD} = \frac{2\pi(R_T + h)_{ISS}}{T_{ISS}} \Rightarrow v_{CD} = \frac{2 \cdot 3 \cdot (6400 + 400)}{1,5 \cdot 3600} \Rightarrow v_{CD} = 7,56 \frac{km}{s}$$

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

6) O gráfico a seguir traz a curva da magnitude aparente do Cometa C/2020 F3 (NEOWISE). Os pontos pretos vieram de dados observacionais de astrônomos ligados à Rede de Astronomia Observacional (REA-Brasil). As curvas em azul correspondem ao melhor ajuste aos dados observacionais e a curva em vermelho corresponde à curva teórica feita através dos parâmetros orbitais do cometa.

Se considerarmos que o olho humano perfeitamente adaptado à escuridão numa noite de condições observacionais favoráveis consegue ver objetos de até magnitude $\text{Mag} = +6$, pelo gráfico podemos afirmar que o cometa esteve visível a olho nu:

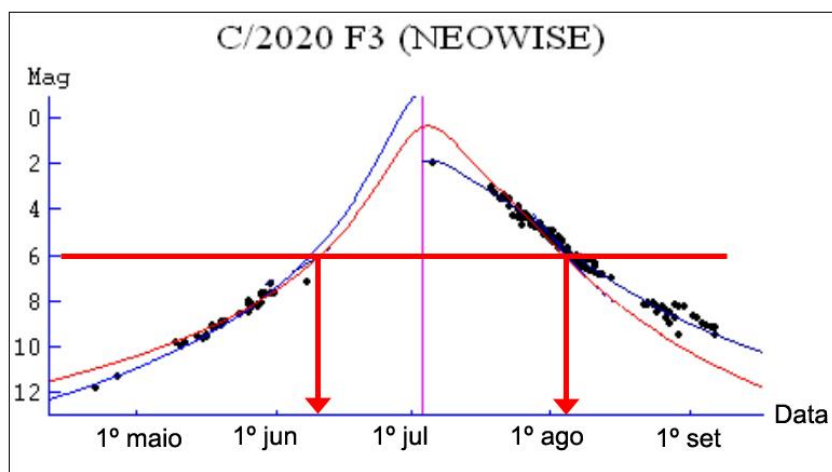


Fonte: rea-brasil.org

- a) durante todo o mês de julho
- b) de junho a agosto de 2020
- c) de maio a setembro de 2020
- d) de meados de julho até agosto

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

Resposta: a) durante todo o mês de julho



Vemos pelo gráfico que $\text{Mag} < +6$ aconteceu a partir da 2ª semana de junho e foi até o começo de agosto. Portanto, visível a olho nu durante todo o mês de julho.

7) Os astrofísicos definem o parâmetro z (redshift) pela relação:

$$z = \Delta\lambda/\lambda_0 = (\lambda_{\text{obs}} - \lambda_0)/\lambda_0$$

onde λ_{obs} é o comprimento de onda observado da Terra e λ_0 é o comprimento de onda próprio, isto é, o comprimento de onda medido com a fonte em repouso.

Um observatório determinou que as linhas espectrais do hidrogênio presente em uma determinada galáxia estão muitas vezes deslocadas para o vermelho. Uma linha de emissão em especial, a linha de 21 cm aparece deslocada de 0,1cm.

A que velocidade V , aproximadamente, esta galáxia parece estar se afastando de nós?

Dica: para $z \ll 1$, podemos considerar a velocidade $V \approx zc$, onde c é a velocidade da luz.

- a) 1400 km/s
- b) 14 mil km/s
- c) 28 mil km/s
- d) 2800 km/s

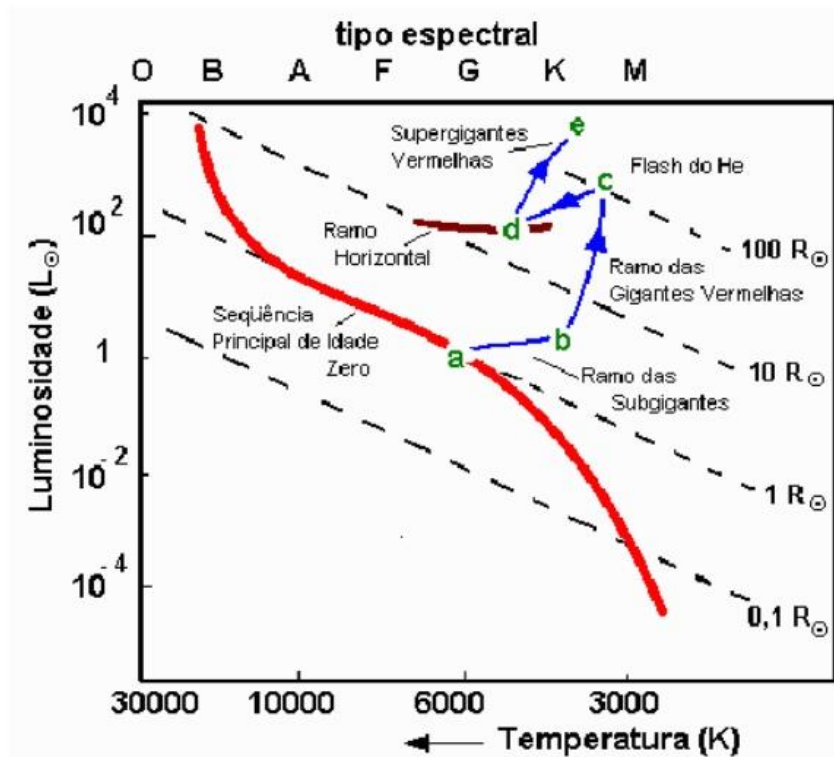
Resposta: a) 1400 km/s

$$z = 0,1 \text{ cm}/21 \text{ cm} \cong 0,005$$

$$V = (0,005) \times (300000 \text{ km/s}) \cong 1428 \text{ km/s} \approx 1400 \text{ km/s}$$

8)

Um Diagrama HR traz importantes informações dos parâmetros estelares como Temperatura superficial (T), Luminosidade (L) e Raio (R). O diagrama HR a seguir mostra a evolução teórica do Sol, depois que ele deixar a Sequência Principal (faixa em vermelho) daqui a bilhões de anos.



Analisando o gráfico, podemos afirmar que:

- I – sempre que a o raio do Sol aumentar, sua luminosidade também aumentará;
II – sempre que a temperatura superficial do Sol aumentar, sua luminosidade também aumentará;
III – sempre que o raio do Sol aumentar, sua temperatura superficial diminuirá.

- a) As afirmações I e III estão corretas
b) As afirmações I e II estão corretas
c) todas as afirmações estão corretas
d) As afirmações II e III estão corretas

Resposta: a) As afirmações I e III estão corretas

Afirmação I está correta. Do ponto a para o b, de b para o c e de c para o e, a luminosidade aumenta com o aumento do raio solar.

Afirmação II está incorreta, pois do ponto c para o d, a temperatura superficial do Sol aumenta, mas sua luminosidade diminui.

Afirmação III está correta. Do ponto a para o b, de b para o c e de c para o e, o raio do Sol aumenta e sua temperatura superficial diminui.

- 9) Se um asteroide está a 10 UA (Unidades Astronômicas) de nós, a que distância ele está da Terra?



Imagem: Concepção artística do asteroide 2003 SD220. (Foto: NASA / JPL-Caltech)

- a) a 10 vezes a distância da Terra ao Sol
b) a 10 anos-luz
c) a 10 vezes a distância da Terra à fronteira do Sistema Solar
d) a 10 vezes a distância da Terra à Lua

Resposta: a) a 10 vezes a distância da Terra ao Sol

Essa é a definição de Unidade Astronômica

10) A magnitude aparente de uma estrela é numericamente igual à sua magnitude absoluta. O que podemos afirmar sobre esta estrela?

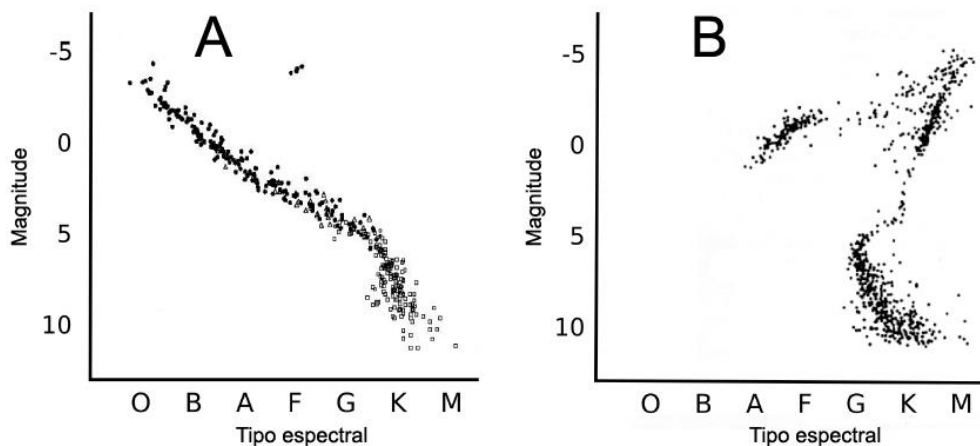
- a) que ela está a 10 parsecs de nós
- b) que ela está a 10 anos-luz de nós
- c) que ela tem a mesma luminosidade do Sol
- d) que ela tem a mesma magnitude absoluta do Sol

Resposta: a) que ela está a 10 parsecs de nós

Por definição, a magnitude absoluta é a magnitude aparente de uma estrela a 10 parsecs de distância.

11) Aglomerados estelares são grupos de estrelas, dos quais se definem dois tipos: aglomerados globulares são grupos concentrados de centenas ou milhares de estrelas muito velhas que são gravitacionalmente ligadas, enquanto aglomerados abertos são grupos mais dispersos de estrelas, geralmente contendo menos que algumas centenas de membros, normalmente muito jovens.

Abaixo temos dois diagramas HR de dois aglomerados estelares (A e B). Analisando as imagens e as afirmações a seguir, marque a opção correta.



I – O aglomerado **A** é aberto por ter estrelas principalmente na Sequência Principal e o aglomerado **B** é globular por ter estrelas já fora da Sequência Principal;

II – O aglomerado **B** é aberto por ter estrelas principalmente na Sequência Principal e o aglomerado **A** é globular por ter estrelas já fora da Sequência Principal;

III – Ambos os aglomerados podem ser abertos ou globulares

- a) a afirmação I está correta
- b) a afirmação II está correta
- c) a afirmação III está correta
- d) Falta a informação da temperatura para fazermos qualquer afirmação

Resposta: a) a afirmação I está correta

O diagrama à esquerda (A) corresponde a um aglomerado aberto, pois contém estrelas jovens dos tipos O e B que vivem por algumas dezenas de milhões de anos e não vemos nenhuma ou quase nenhuma no estágio gigante fora da sequência principal. O diagrama à direita (B), por outro lado, contém a parte inferior da sequência principal (a menos massiva) e muitas estrelas nos estágios gigantes e subgigantes, portanto é uma população de estrelas velhas que associamos ao aglomerado globular.

12) Se tivermos um telescópio com comprimento focal F de 1000 mm, diâmetro D de 100 mm e uma ocular com distância focal f de 25 mm, qual será o aumento A obtido?

- a) 40
- b) 20
- c) 4
- d) 10

Resposta: a) 40

O aumento do telescópio é obtido dividindo-se a distância focal do telescópio pela distância focal da ocular.

Portanto, $A = F/f = 1000/25 = 40$

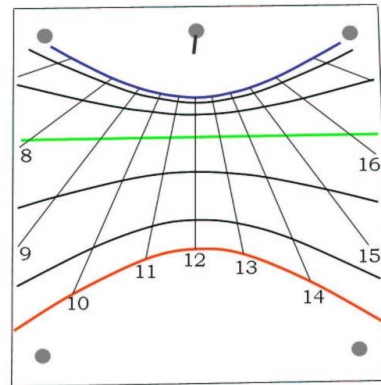
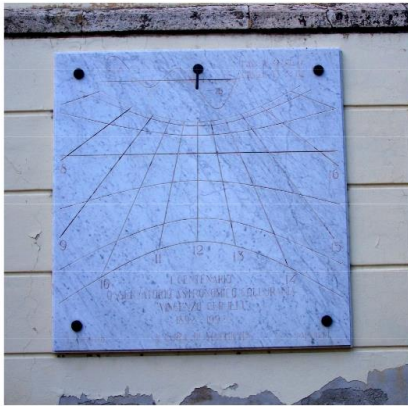
13) No dia 11/11/2019 aconteceu o evento denominado Trânsito de Mercúrio. Em relação aos trânsitos planetários, vistos de nosso planeta, é correto afirmar que:

- a) Apenas os planetas internos produzem trânsitos
- b) Apenas os planetas externos produzem trânsitos
- c) Cada vez que um planeta interno está em conjunção inferior, um trânsito planetário acontece
- d) Cada vez que um planeta interno está em conjunção superior, um trânsito planetário acontece

Resposta: a) Apenas os planetas internos produzem trânsitos

Não é sempre que os planetas internos (Mercúrio e Vênus) passam na frente do disco solar durante uma conjunção inferior.

14) A imagem a seguir traz uma foto de um relógio de Sol vertical, de parede. Do lado direito vemos o desenho esquemático do relógio para maior clareza.



É correto afirmar que:

- a) O relógio está localizado no Hemisfério Norte e a linha curva superior do desenho corresponde ao dia do Solstício de Inverno;
- b) O relógio está localizado no Hemisfério Norte e a linha curva superior do desenho corresponde ao dia do Solstício de Verão;
- c) O relógio está localizado no Hemisfério Sul e a linha curva superior do desenho corresponde ao dia do Solstício de Verão;
- d) O relógio está localizado no Hemisfério Sul e a linha curva superior do desenho corresponde ao dia do Solstício de Inverno.

Resposta: a) O relógio está localizado no Hemisfério Norte e a linha curva superior do desenho corresponde ao dia do Solstício de Inverno;

O relógio se encontra no Hemisfério Norte, pois o início da manhã está do lado esquerdo do relógio vertical e, portanto, o Leste fica à direita.

Como o relógio é vertical, o menor comprimento da sombra do gnômon ocorrerá com o Sol mais baixo, portanto durante o Solstício de Inverno.

15) Cleomedes é uma proeminente cratera lunar de impacto localizada na parte nordeste visível da Lua, ao norte do Mare Crisium. Foi nomeada em homenagem ao astrônomo grego Cleomedes. Ela possui quase 130 km de diâmetro e está cercada por várias outras crateras de impacto.

No destaque da imagem do lado direito, Cleomedes está marcada com o círculo maior. Junto a ela estão mais três crateras: Cleomedes **A**, Cleomedes **B** e Cleomedes **E**.

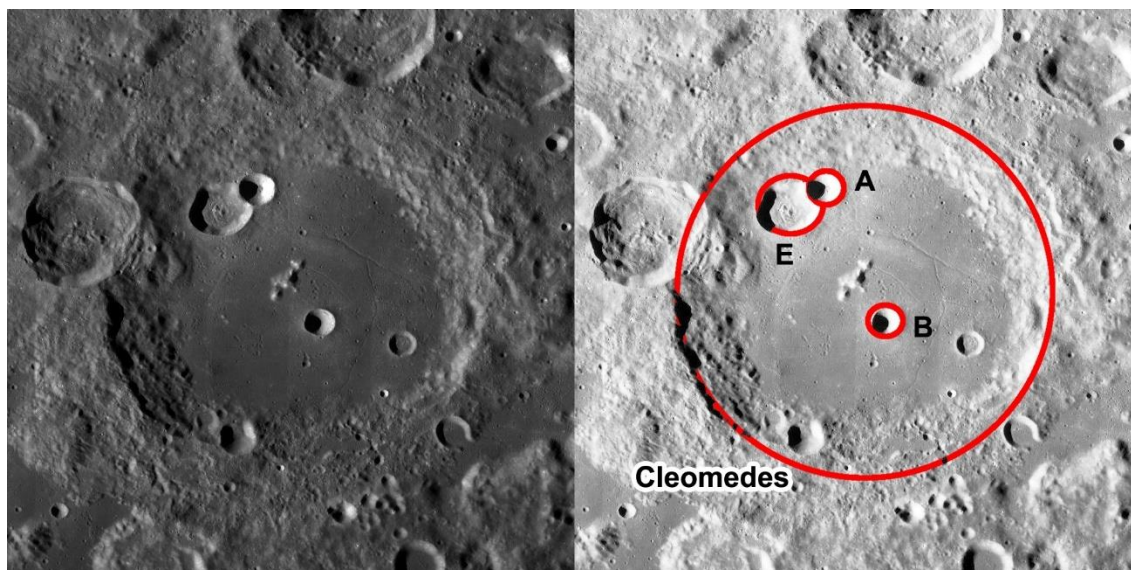


Foto: Nasa (mosaico LRO WAC)

Em relação à ordem cronológica de formação destas crateras de impacto, em particular, é correto afirmar que:

- I – Cleomedes foi a primeira a se formar, seguida pela **E** e depois pela **A**;
- II – Cleomedes foi primeira a se formar, seguida pela **A**, depois pela **B** e depois pela **E**;
- III – Não podemos ordenar a cronologicamente a cratera **B** em relação às crateras **A** e **E**;
- IV – Cleomedes foi a última a se formar

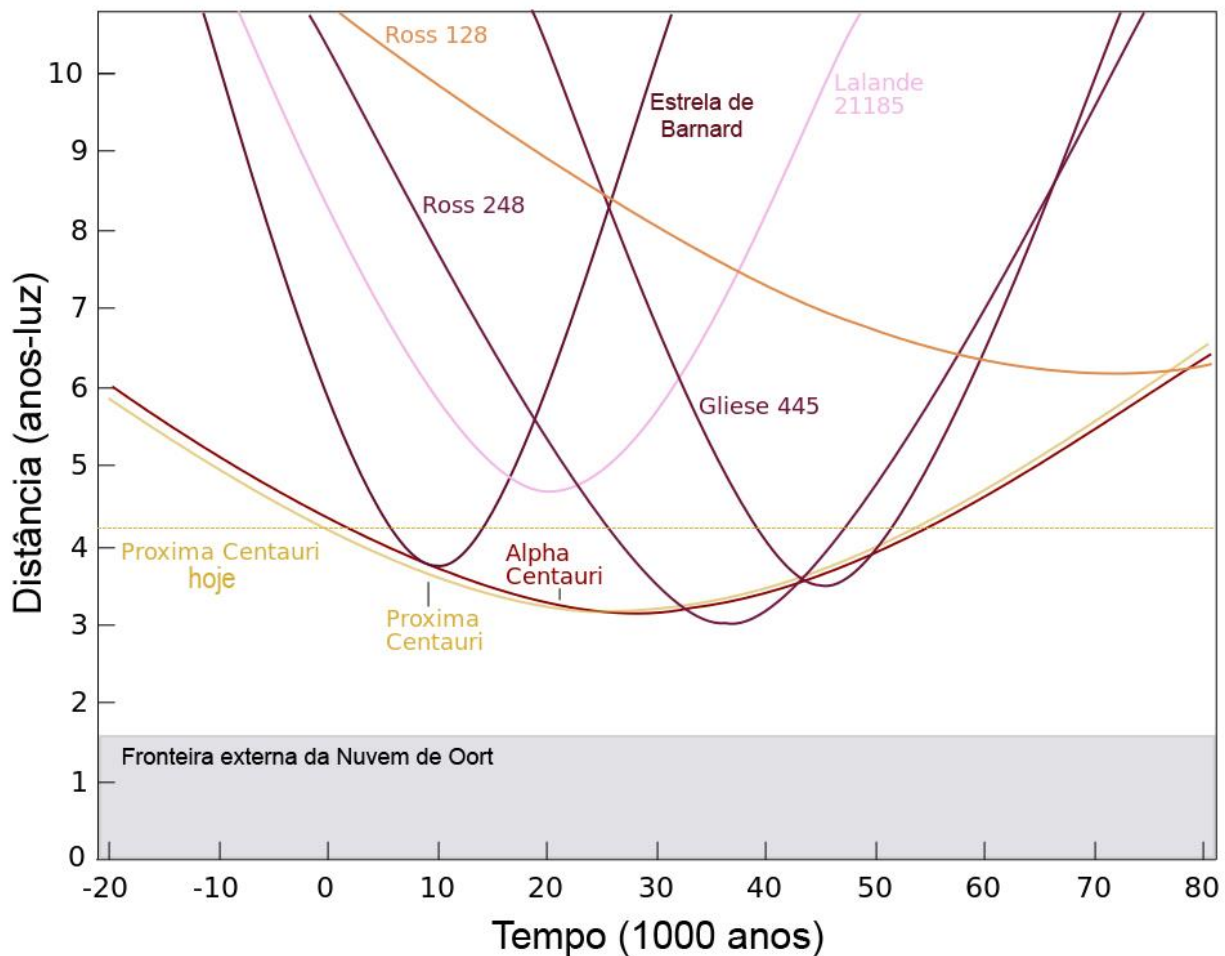
- a) as afirmações I e III estão corretas
- b) as afirmações II e III estão corretas
- c) apenas a afirmação II está correta
- d) apenas a afirmação IV está correta

Resposta: a) as afirmações I e III estão corretas

Cleomedes, obviamente foi a primeira das 4 a se formar. Como a cratera Cleomedes **A está superposta à cratera Cleomedes **E**, esta última foi formada antes da Cleomedes **A**.**

Como a cratera Cleomedes **B está isolada, não temos como saber se ela foi criada antes ou depois das crateras **A** e **E**.**

16) 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. O zero na escala do tempo corresponde ao momento atual.



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 35.000 anos, apenas três destas estrelas estarão se aproximando da Terra;
- III – Daqui a 10.000 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) Apenas as afirmações I e II estão corretas
- b) Todas as afirmações estão corretas
- c) As afirmações I, II e III estão corretas
- d) Apenas a afirmação IV está correta

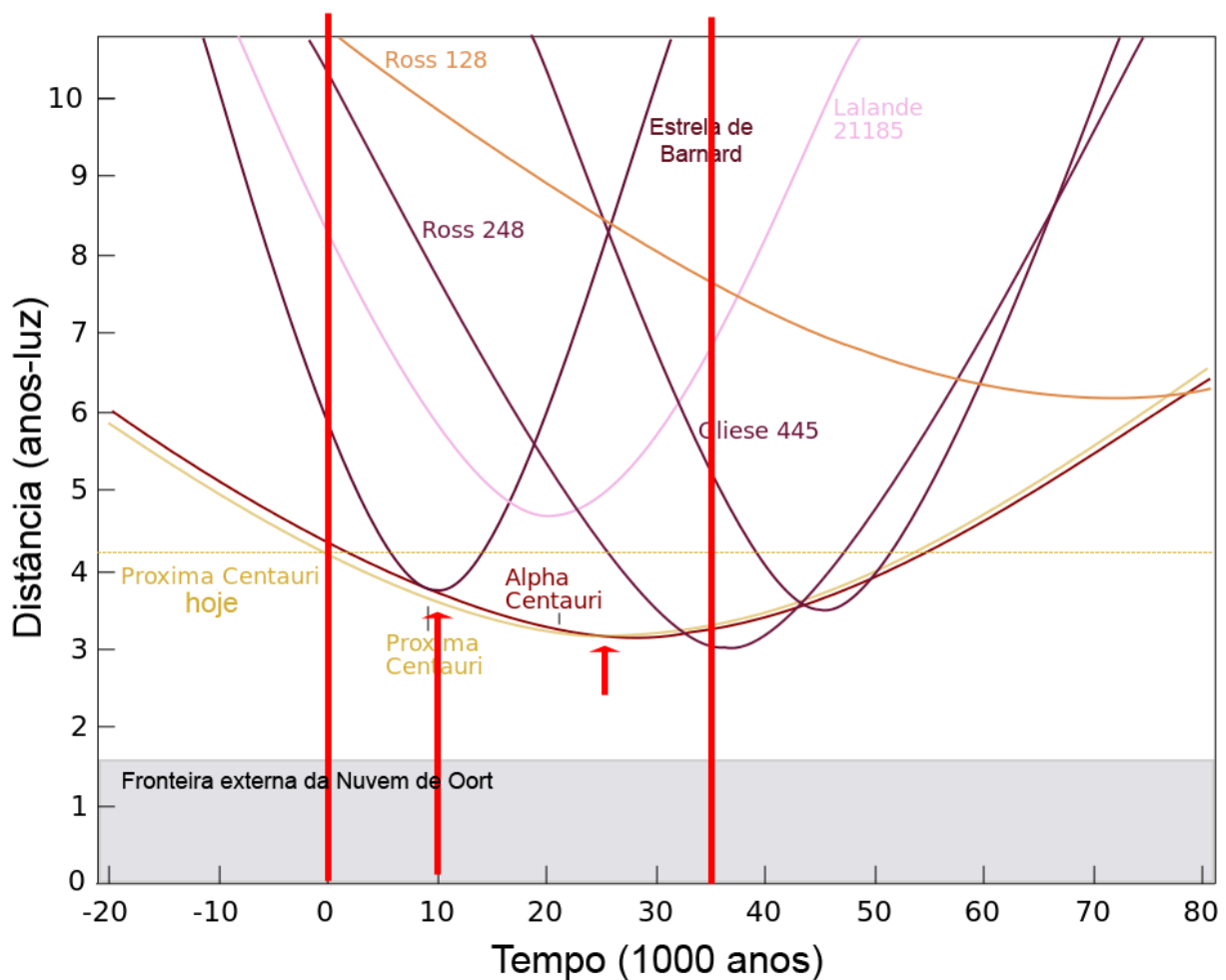
Resposta: a) Apenas as afirmações I e II estão corretas

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.



17) A fotomontagem a seguir traz duas imagens da Lua. O que podemos dizer sobre elas?



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

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

Na imagem da esquerda 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.

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

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

18) Por causa da precessão, o ponto do equinócio vernal se move lentamente, cerca de 50" (segundos de arco) por ano no céu.

Ao longo de qual grande círculo ele se move?

- a) A Eclíptica
- b) O Equador Celeste
- c) O Equador Galáctico
- d) O Meridiano Local

Resposta: a) A Eclíptica

A precessão se dá em torno do Polo da Eclíptica.

19) A técnica de medição de paralaxe ajuda a determinar diretamente:

- a) a distância até uma estrela
- b) a temperatura de uma estrela
- c) o tipo espectral de uma estrela
- d) massa de uma estrela

Resposta: a) a distância até uma estrela

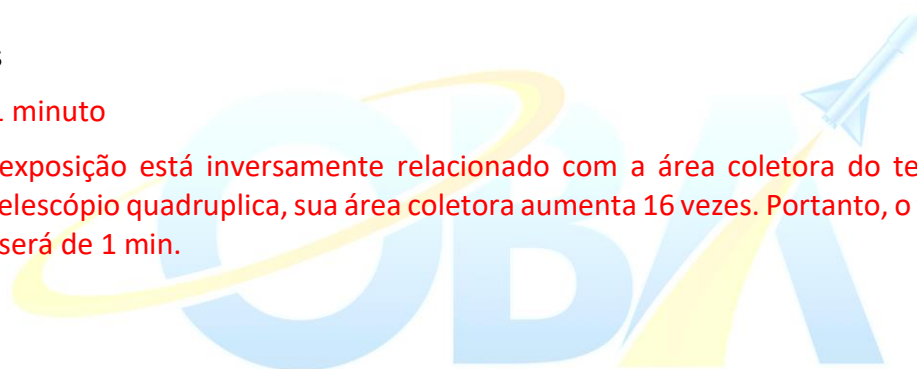
20) Para se detectar uma estrela particular usando um dos telescópios SMARTS de 1,0 metro em Serro Tololo, no Chile, é preciso um tempo de exposição de 16 minutos.

Usando o mesmo sensor, qual é o tempo mínimo de exposição necessário para ser capaz de detectar a mesma estrela usando o telescópio BLANCO de 4,0 metros, também em Cerro Tololo?

- a) 1 minuto
- b) 4 minutos
- c) 16 minutos
- d) 48 minutos

Resposta: a) 1 minuto

O tempo de exposição está inversamente relacionado com a área coletora do telescópio. Se o diâmetro do telescópio quadruplica, sua área coletora aumenta 16 vezes. Portanto, o tempo mínimo de exposição será de 1 min.



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA