

3ª PROVA ONLINE DE 28 DE NOVEMBRO DE 2025

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2026 -

1) A velocidade máxima de um asteroide, que tem uma órbita elíptica ao redor do Sol, é de cerca de 17 km/s, enquanto sua velocidade orbital mínima é de cerca de 13 km/s.

Assinale a opção que traz a excentricidade da órbita deste asteroide.

- a) 0,13
- b) 0,23
- c) 0,33
- d) 0,43
- e) 0,63

2) Uma escoteira fez um experimento para descobrir sua latitude geográfica e comparar com a medida do seu GPS. Ela, então, finca uma vareta reta verticalmente, no centro de uma grande área plana e horizontal, de forma que a vareta ficou com **1,00 m** de altura. Com paciência ela mediu o menor comprimento da sombra da vareta e anotou **1,26 m**. Muitas horas depois, ela anotou o maior comprimento da sombra, que foi de **6,70 m**.

Encontre a latitude ϕ aproximada da escoteira sabendo que as medidas foram feitas no dia do Solstício de Verão do Hemisfério Norte. Para facilitar as contas, assumo que a declinação do Sol permaneceu a mesma para as duas medidas, considere o Sol como uma fonte puntiforme e ignore qualquer efeito da refração atmosférica.

Repare: Como o maior comprimento da sombra da vareta foi finito, a escoteira presenciou o Sol sempre acima do horizonte.

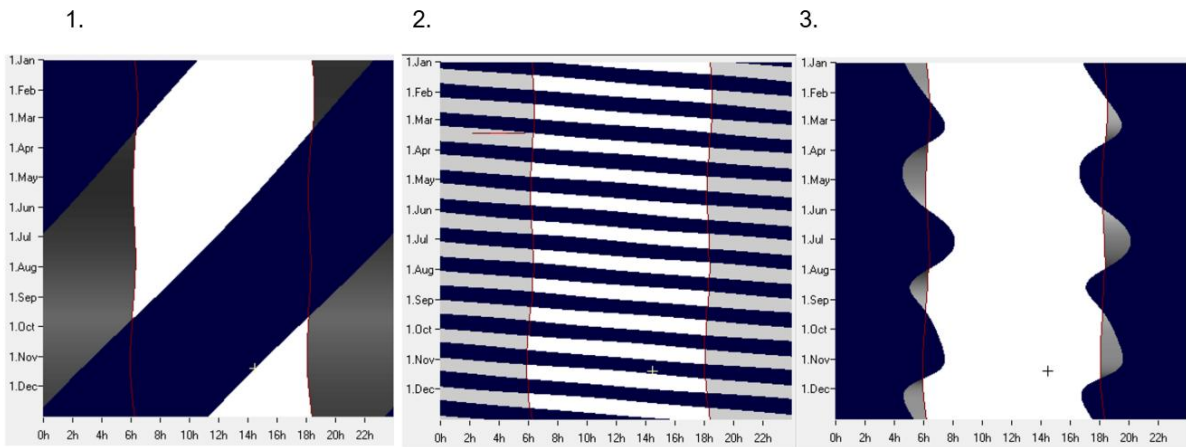
- a) 65°
- b) 70°
- c) 75°
- d) 80°
- e) 85°

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

3) Abaixo, apresentamos 3 gráficos de visibilidade de três astros distintos vistos da Terra.

As legendas do gráfico indicam:

- **Região azul escura:** O astro está abaixo do horizonte (não visível).
- **Região cinza:** O astro está acima do horizonte e o Sol está abaixo dele. (O astro está visível).
- **Região branca:** O astro e o Sol estão ambos acima do horizonte.



Associe corretamente os gráficos com os astros que eles representam:

1. Lua - 2. Planeta Externo - 3. Planeta Interno
1. Planeta Interno - 2. Lua - 3. Planeta Externo
1. Planeta Interno - 2. Planeta Externo - 3. Lua
1. Planeta Externo - 2. Lua - 3. Planeta Interno
1. Planeta Externo - 2. Planeta Interno - 3. Lua

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

4) A figura a seguir traz o esquema das configurações (fora de escala) dos fenômenos dos satélites galileanos do ponto de vista da Terra (fenômenos geocêntricos).

Para os satélites temos os seguintes símbolos:

I – Io

II – Europa

III – Ganimedes

IV – Calisto

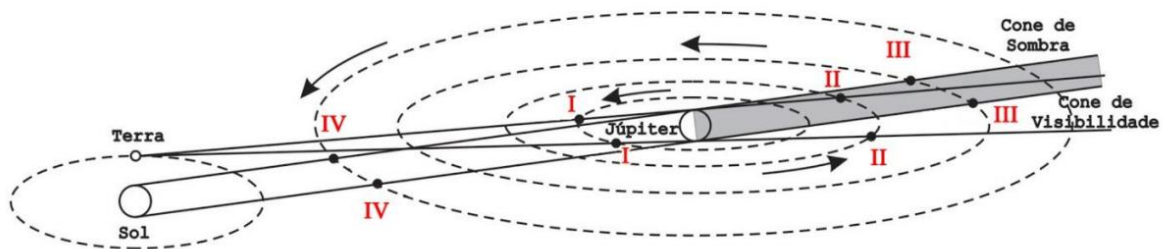
Os fenômenos podem ser:

o Eclipse do satélite pela sombra do disco do planeta (Desaparecimento e reaparecimento)

o Trânsito da sombra do satélite pelo disco do planeta (Imersão/Entrada e Emerção/Saída)

o Trânsito do satélite pelo disco do planeta (Imersão/Entrada e Emerção/Saída)

a Ocultação do satélite pelo disco do planeta (Desaparecimento e reaparecimento)

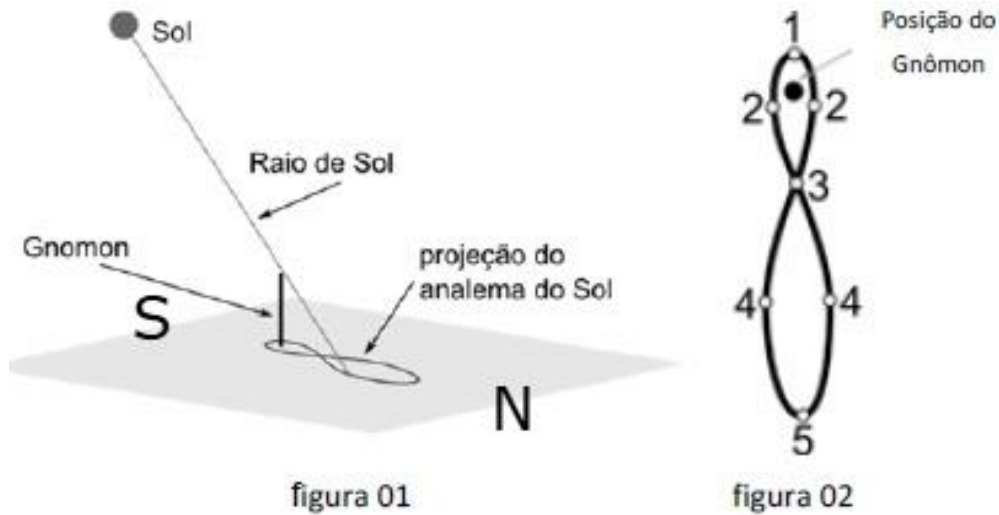


Esquema dos fenômenos dos satélites galileanos

Assinale a opção que identifica corretamente os fenômenos geocêntricos dos satélites de Júpiter que estão acontecendo na figura.

- Trânsito de Io, Ocultação de Europa (desaparecimento), Eclipse de Ganimedes (reaparecimento) e Trânsito da sombra de Calisto.
- Trânsito de Io, Eclipse de Europa (desaparecimento), Ocultação de Ganimedes, (desaparecimento) e Trânsito da sombra de Calisto.
- Trânsito da sombra de Io, Ocultação de Europa (desaparecimento), Eclipse de Ganimedes (reaparecimento) e Trânsito de Calisto.
- Eclipse de Io, Trânsito de Europa (imersão), Trânsito da sombra de Ganimedes (emersão) e Eclipse de Calisto;
- Eclipse de Io, Ocultação de Europa (desaparecimento), Eclipse de Ganimedes (reaparecimento) e Trânsito de Calisto;

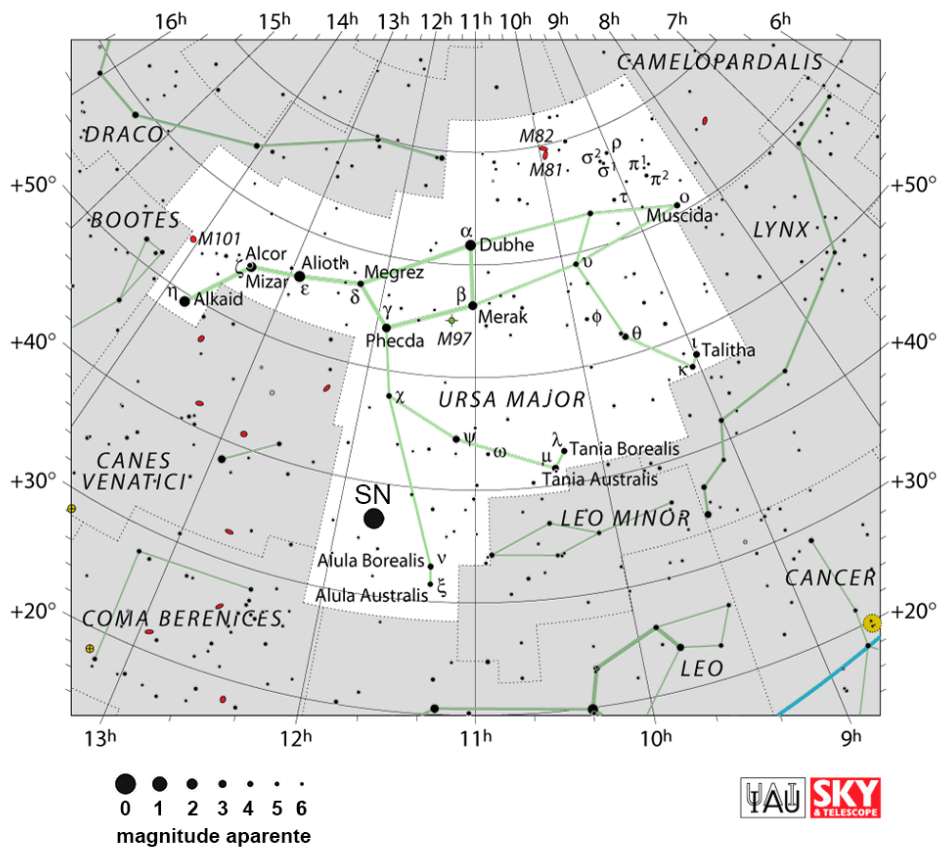
5) O **Analema de um Gnomon** é a curva em formato de "8" assimétrico traçada pela sombra da ponta (nodo) de um gnomon registrada *sempre no mesmo horário* (geralmente meio-dia solar) ao longo de um ano. Não é a sombra instantânea, mas o *lugar geométrico* desses pontos. O formato surge porque o Sol não está no mesmo ponto no céu na mesma hora em dias diferentes, devido à inclinação da Terra e à excentricidade da órbita (a Equação do Tempo).



Em relação às figuras mostradas, responda:

- No ponto 1, a Terra se encontra no periélio, e no 5 em seu afélio.
- O observador na imagem está entre o Equador e o Trópico de Câncer.
- O observador na imagem está entre o Círculo Polar Antártico e o Polo Sul.
- O ponto 3 representa os equinócios, e os pontos 1 e 5 representam os solstícios.
- O observador na imagem está entre o Trópico de Câncer e o Círculo Polar Ártico.

6) Suponha que uma supernova (SN) foi observada na constelação de Ursa Maior. A carta celeste (fornecida) mostra a fonte como uma bolhinha. Na legenda da imagem está indicada a magnitude aparente correspondente ao tamanho dessa bolhinha.



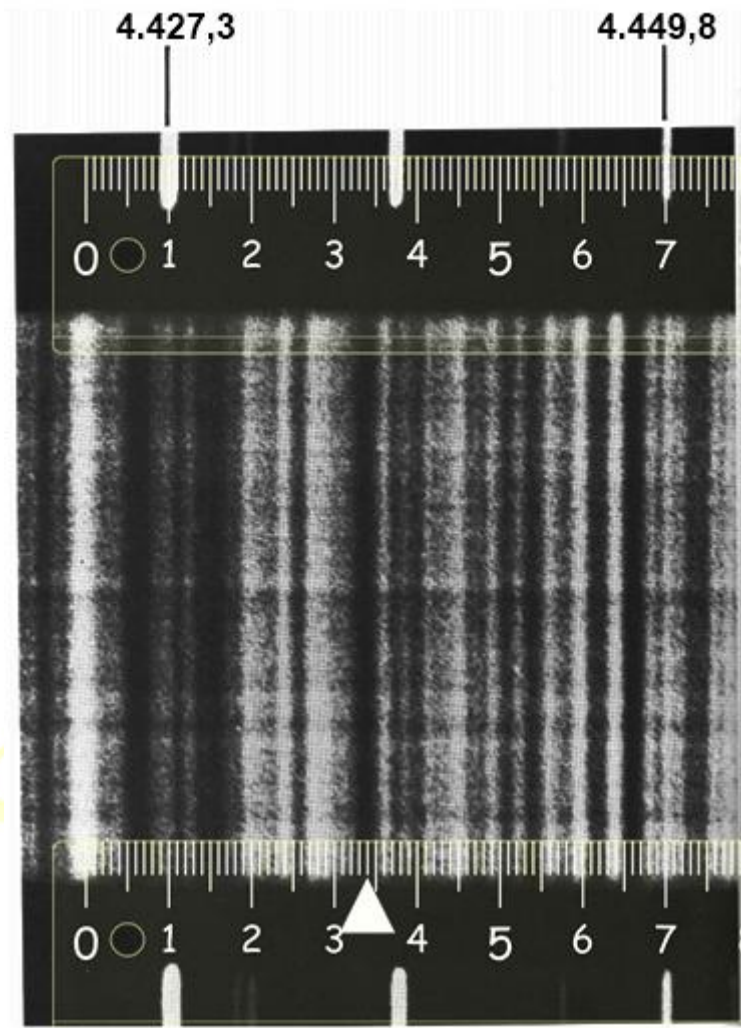
A partir dessa magnitude aparente, determine quantos fótons por segundo por metro quadrado chegam da supernova na faixa visível centrada em 500 nm, assumindo que, em média, toda luz chega com esse comprimento de onda.

Para isso use as seguintes informações e relações:

- fluxo de uma estrela de referência na Terra (banda de referência): $F = 1.360 \text{ W/m}^2$
- magnitude aparente do Sol: $m = -26,7$
- constante de Planck: $h = 6,626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s}$
- velocidade da luz: $c = 3,00 \times 10^8 \text{ m/s}$
- energia de um fóton: $E_{\text{foton}} = h \times f$, onde f é a frequência

- $2,4 \times 10^{10} \text{ fótons/s/m}^2$
- $3,5 \times 10^{10} \text{ fótons/s/m}^2$
- $4,1 \times 10^{10} \text{ fótons/s/m}^2$
- $5,2 \times 10^{10} \text{ fótons/s/m}^2$
- $7,1 \times 10^{10} \text{ fótons/s/m}^2$

7) A figura abaixo traz um espectrograma de uma estrela e linhas de comparação. O comprimento de onda de laboratório em Angstroms (Å) de duas dessas linhas de comparação é dado na parte de cima da imagem. O triângulo branco assinala uma linha de absorção no espectro da estrela cujo comprimento de onda medido em laboratório é $\lambda_0 = 4.437,6 \text{ \AA}$.



Assinale a opção que traz, aproximadamente, o comprimento de onda λ observado e a velocidade radial v_r da estrela.

Dicas:

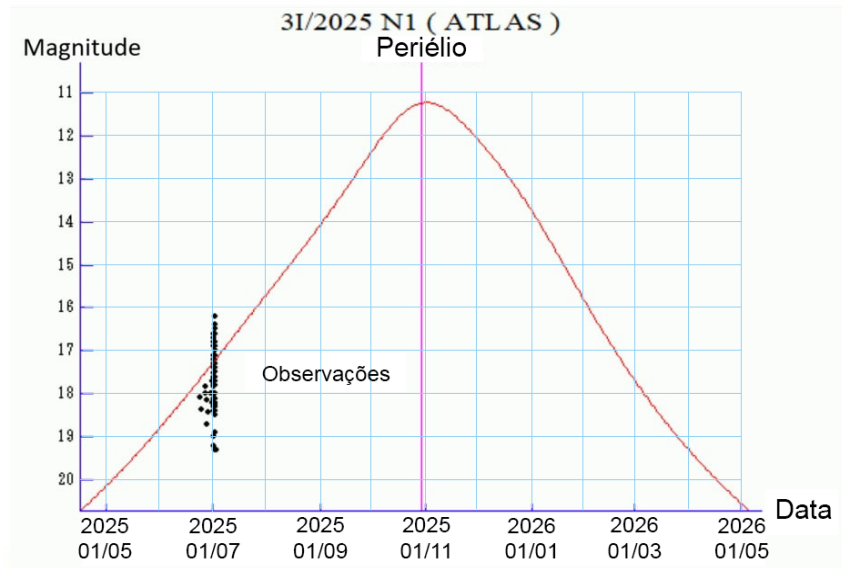
- Uma régua transparente foi superposta à imagem para facilitar as suas contas.
- $\frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} = \frac{v_r}{c}$, onde c é a velocidade da luz ($3,0 \times 10^8 \text{ m/s}$)

- 4.435,0 Å; -144,0 km/s
- 4.436,3 Å; -87,9 km/s
- 4.437,6 Å; -144,0 km/s
- 4.437,6 Å; +144,0 km/s
- 4.438,9 Å; +87,9 km/s

8) A magnitude limite de um telescópio indica o menor brilho de um objeto que ele pode detectar. Esse valor é determinado principalmente pelo diâmetro da objetiva (a lente principal ou espelho): quanto maior o diâmetro, maior a quantidade de luz coletada e, portanto, menor o brilho do objeto que pode ser visto.

A fórmula para o cálculo desta magnitude é frequentemente apresentada como uma simplificação, onde a magnitude limite de um telescópio é de aproximadamente 2,1 mais 5 vezes o logaritmo do diâmetro da objetiva (em milímetros), supondo condições de observações ideais e desconsiderando a turbulência atmosférica.

O gráfico a seguir traz a variação teórica da magnitude aparente do cometa extrassolar 3I/ATLAS (C/2025 N1 ATLAS) ao longo do tempo.



Baseado neste gráfico e no que foi apresentado, assinale a opção que traz o diâmetro mínimo que um telescópio precisa ter para observar este cometa no dia 1º de dezembro de 2025.

- a) 80 mm
- b) 90 mm
- c) 100 mm
- d) 110 mm
- e) 120 mm

OLIMPIADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

9) Na imagem a seguir podemos ver a Terra e a Lua, juntas no espaço. Ela foi feita no dia 6 de maio de 2010 pela sonda espacial não-tripulada Messenger, da NASA, destinada a estudar as características e o ambiente do planeta Mercúrio. A sonda entrou em órbita de Mercúrio em março de 2011 e ficou em operação até abril de 2015.



Considere que a sonda estava a uma distância $D = 183$ milhões de km do sistema e que a Terra e a Lua, do ponto de vista da sonda, estavam com sua máxima separação angular. Baseado nas informações e em seus conhecimentos, assinale a opção que traz, aproximadamente, esta separação angular entre a Terra e a Lua.

Dado: distância Terra-Lua $D_{TL} = 384.400$ km.

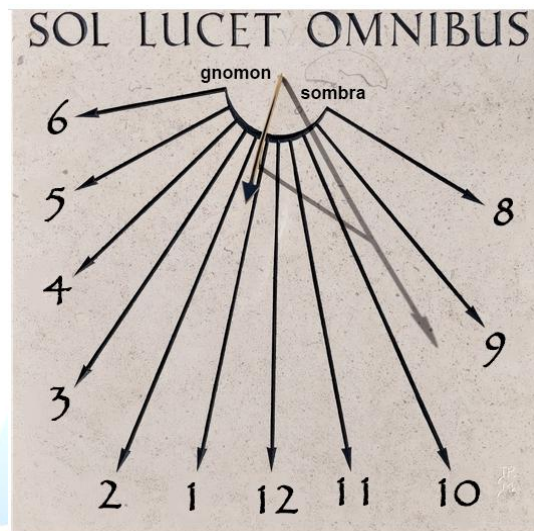
- a) 210"
- b) 384"
- c) 400"
- d) 433"
- e) 483"



10) Dizemos que um Relógio de Sol é Vertical Meridional quando a placa do seu mostrador for vertical e ela estiver faceada com um Ponto Cardeal. Quando a placa do seu mostrador vertical não está de frente a nenhum dos Pontos Cardeais, então dizemos que ele é um Relógio de Sol Declinante, e devemos indicar entre que Pontos Cardeais seu mostrador está faceado: N-L, N-O, S-L ou S-O.

Uma característica importante de todos os relógios de Sol, sejam verticais, declinantes, ou até horizontais, é que seu gnômon precisa sempre estar paralelo ao eixo de rotação do planeta. Ou seja, seu prolongamento deve “furar” o céu no Polo Celeste elevado (o que está acima do horizonte) para o seu pleno funcionamento.

A seguir temos a imagem de um Relógio de Sol Vertical.



Baseado no que foi explicado e em seus conhecimentos, assinale a afirmação correta.

- a) Este é um Relógio de Sol Meridional, localizado no Hemisfério Sul.
- b) Este é um Relógio de Sol Declinante S-L, localizado no Hemisfério Sul.
- c) Este é um Relógio de Sol Declinante N-O, localizado no Hemisfério Sul.
- d) Este é um Relógio de Sol Declinante S-L, localizado no Hemisfério Norte.
- e) Este é um Relógio de Sol Declinante N-O, localizado no Hemisfério Norte.

11) Considere um sistema binário formado por duas estrelas, cada uma delas orbitando o centro de massa comum do sistema. A partir de observações astronômicas, determina-se que o tamanho angular do semieixo maior da órbita relativa verdadeira é de 3,0 segundos de arco, que a distância do sistema ao Sol é de 3,0 pc e que o período orbital do sistema é de 9,0 anos.

Sabe-se também que uma das estrelas está 2 vezes mais distante do centro de massa comum do que a outra.

Com base nessas informações, assinale a alternativa que apresenta corretamente a massa de cada uma das estrelas em unidades de massa solar.

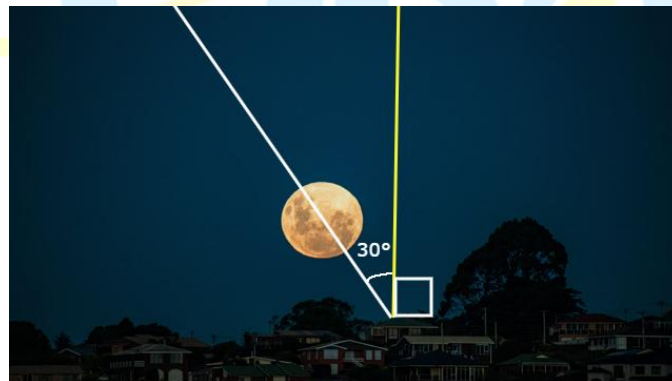
Dado: 1 pc = 206.265 U.A.

- a) $M_A = 3,0 M_{\text{Sol}}$ e $M_B = 6,0 M_{\text{Sol}}$
- b) $M_A = 4,3 M_{\text{Sol}}$ e $M_B = 4,7 M_{\text{Sol}}$
- c) $M_A = 6,0 M_{\text{Sol}}$ e $M_B = 3,0 M_{\text{Sol}}$
- d) $M_A = 6,2 M_{\text{Sol}}$ e $M_B = 2,8 M_{\text{Sol}}$
- e) $M_A = 6,4 M_{\text{Sol}}$ e $M_B = 2,6 M_{\text{Sol}}$

12) Em um planeta alienígena, um astronauta observa a lua local se pondo no horizonte.

Ele sabe que o período de rotação do planeta é de 10 horas e que o movimento orbital da lua é tão lento que pode ser desprezado neste problema.

Ao cronometrar o pôr da lua, ele percebe que o intervalo de tempo entre o primeiro contato do disco lunar com o horizonte e o último contato (quando a lua desaparece completamente) é de 30 segundos.

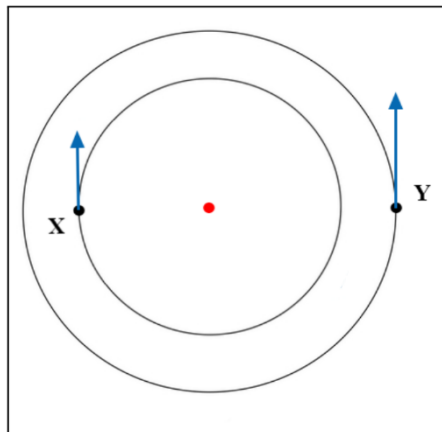


A imagem mostra a trajetória da Lua no céu sem estrelas.

Considerando que esse intervalo corresponde ao tempo necessário para o disco lunar “varrer” todo o seu diâmetro angular em relação ao horizonte, estime o tamanho angular desta lua no céu desse planeta. Desconsidere quaisquer efeitos da atmosfera.

- a) 0,15 grau
- b) 0,23 grau
- c) 0,26 grau
- d) 0,31 grau
- e) 0,36 grau

13) Em um sistema planetário distante, dois planetas X e Y orbitam uma mesma estrela em trajetórias circulares no mesmo plano. A figura abaixo, fora de escala, mostra setas desenhadas sobre cada órbita indicando o sentido do movimento orbital de cada planeta.



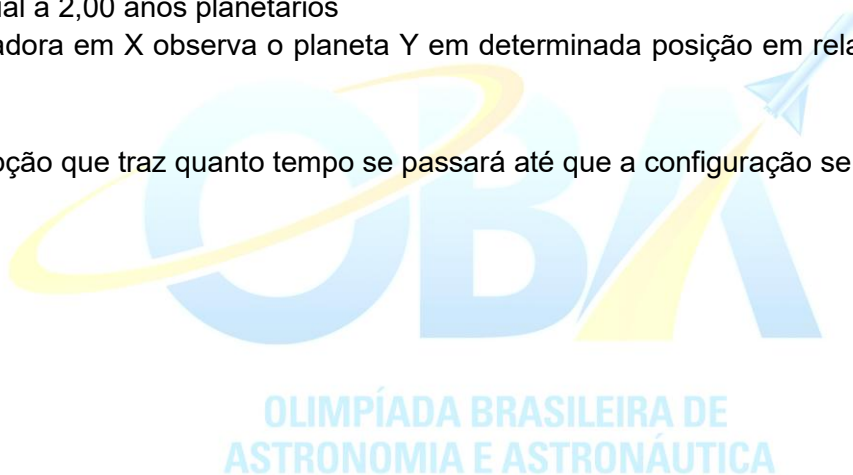
Sabe-se que os períodos **siderais** (isto é, em relação às estrelas distantes) são:

- T_X igual a 1,00 ano planetário
- T_Y igual a 2,00 anos planetários

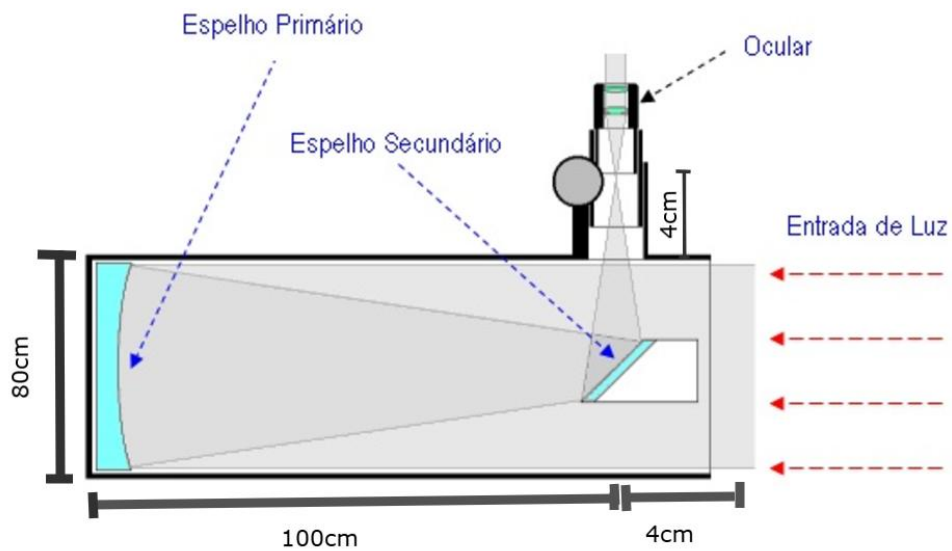
Uma observadora em X observa o planeta Y em determinada posição em relação à estrela central.

Assinale a opção que traz quanto tempo se passará até que a configuração se repita.

- a) 0,67 ano
- b) 1,31 ano
- c) 1,41 ano
- d) 1,73 ano
- e) 2,08 anos



14) Sobre o telescópio abaixo, assinale a alternativa que indica o seu tipo e a distância focal do espelho primário.



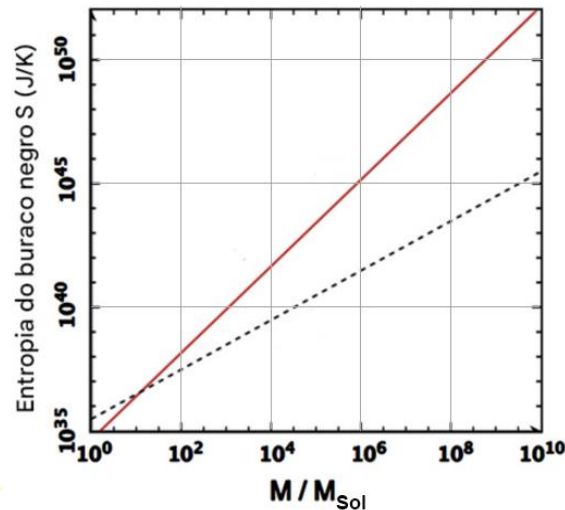
- a) Kepleriano, 96 cm
- b) Newtoniano, 96 cm
- c) Newtoniano, 104 cm
- d) Cassegrain, 144 cm
- e) Newtoniano, 144 cm



OLIMPÍADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

15) No filme *Interstellar*, acompanhamos uma longa jornada pelo universo em busca de melhores condições de vida para os humanos da Terra. Na trama, é apresentado o planeta Miller, localizado a uma distância R do centro de um buraco negro supermassivo chamado Gargantua, de massa M . Sabe-se que a entropia de Gargantua está relacionada à sua massa. Temos a informação que a entropia de Gargantua $S = 10^{45} \text{ J/K}$.

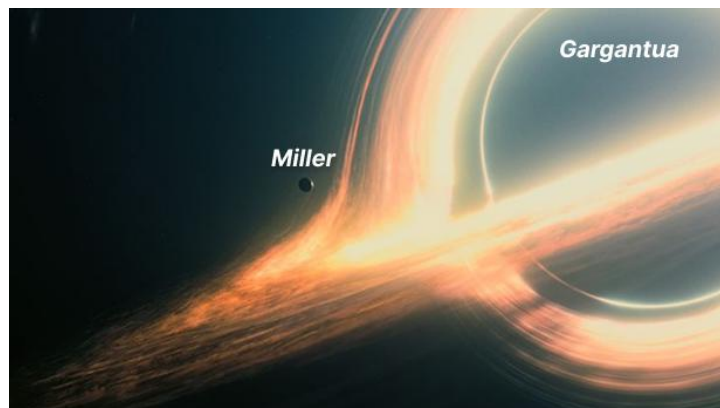
A entropia é uma grandeza física que mede o grau de desordem ou o número de microestados possíveis de um sistema. No gráfico abaixo, representado em escala logarítmica, onde marcações igualmente espaçadas representam saltos iguais no expoente de 10, observa-se a relação (linha tracejada) entre a entropia S e a massa M (em unidades da massa solar). A linha contínua vermelha do gráfico se refere ao buraco negro.



Sabe-se que o tempo se dilata devido à presença de corpos massivos (isto é, o buraco negro desconsiderando a rotação), de acordo com a seguinte fórmula:

$$t_0 = t_f \sqrt{1 - \frac{R_s}{R}}$$

Onde R_s é o raio de Schwarzschild do buraco negro, t_0 é o tempo medido por um observador sob a influência gravitacional (no planeta Miller), e t_f é o tempo medido por um observador distante do buraco negro (isto é, o tempo normal, sem dilatação).

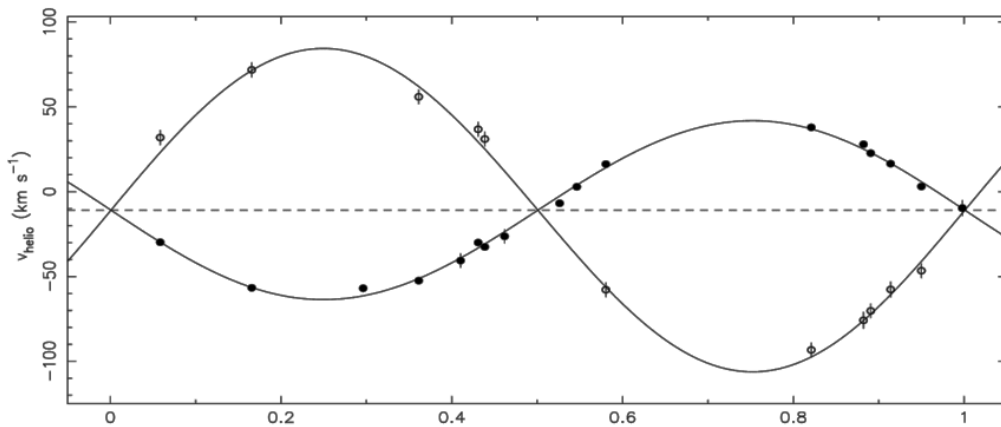


Sabendo que os astronautas Cooper e Brandt passaram 3,5 horas no planeta Miller, enquanto no espaço vazio, longe da influência da dilatação temporal, se passaram 7,0 horas, calcule a distância R , aproximada, do planeta Miller ao centro de Gargantua.

Dados: Raio de Schwarzschild $R_s = 2GM/c^2$, Constante Gravitacional $G = 6,7 \times 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$, Velocidade da Luz $c = 3,0 \times 10^5 \text{ km/s}$, Massa do Sol $M = 2,0 \times 10^{30} \text{ kg}$

- a) $4,0 \times 10^9 \text{ m}$
- b) $5,0 \times 10^9 \text{ m}$
- c) $2,5 \times 10^9 \text{ m}$
- d) $3,0 \times 10^9 \text{ m}$
- e) $8,0 \times 10^9 \text{ m}$

16) A figura a seguir mostra as curvas de velocidades radiais das estrelas A e B em um sistema binário espectroscópico, em função da fase orbital. As duas estrelas têm o mesmo período orbital, porém têm amplitudes de velocidade diferentes.



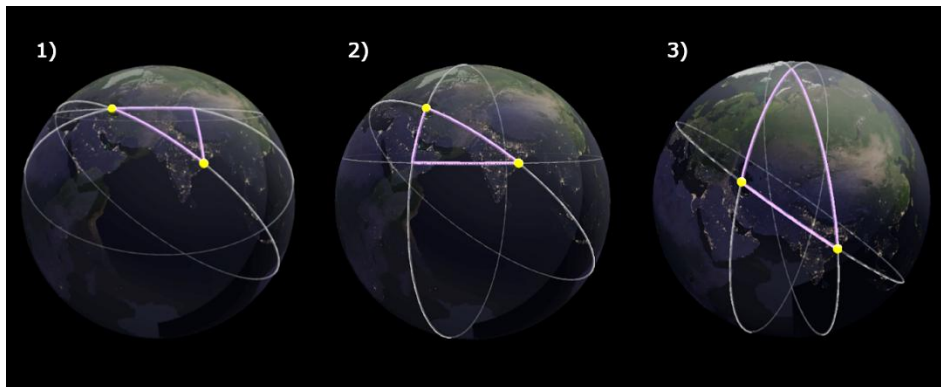
Sabendo que as órbitas são circulares, que o sistema é visto de lado e que a estrela A é a mais massiva, com massa $M_A = 4,0 M_{\text{Sol}}$, qual é, aproximadamente, a massa da estrela B?

- a) $0,4 M_{\text{Sol}}$
- b) $1,2 M_{\text{Sol}}$
- c) $1,6 M_{\text{Sol}}$
- d) $2,3 M_{\text{Sol}}$
- e) $3,2 M_{\text{Sol}}$

17) Muitos temem a trigonometria esférica como algo difícil, e de fato estudá-la a fundo é importante somente para as próximas etapas. Porém, em olimpíadas é comum esperar que o estudante descubra, na própria questão, como lidar com um conceito novo mesmo sem o conhecer previamente.

Imagine que você precisa saber a distância entre duas cidades na Terra, tratando a Terra como esfera. Para ser possível usar trigonometria esférica, o triângulo deve ser formado por três lados que sejam arcos de grande círculo. Grande círculo é a interseção da esfera com um plano que passa pelo centro da esfera, como o Equador e qualquer meridiano completo.

Paralelos, exceto o Equador, são círculos menores, portanto não servem como lados de um triângulo esférico. Em um triângulo esférico legítimo, cada lado é um arco de grande círculo com medida menor que cento e oitenta graus, e a menor rota entre dois pontos sobre a esfera é justamente o arco de grande círculo.

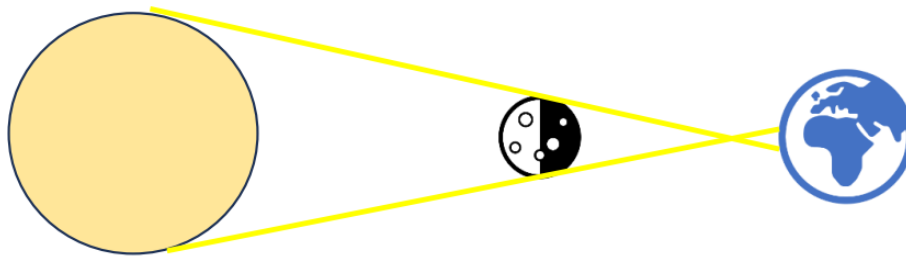


Com isso em mente, qual(is) triângulo(s) poderia(m) ser usado(s) para analisar a situação e permitir o cálculo da distância entre as cidades?

- a) apenas o 1º
- b) apenas o 2º
- c) apenas o 3º
- d) ambos, 1º e 2º
- e) ambos, 2º e 3º

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

18) Suponha que um dia o apogeu da Lua coincida com o periélio da Terra, conforme a figura, fora de escala, a seguir.



Um observador, em um local apropriado na Terra, observa o eclipse no zênite, em seu máximo.

Sendo assim, que fração aproximada da área do disco solar é coberta pela Lua?

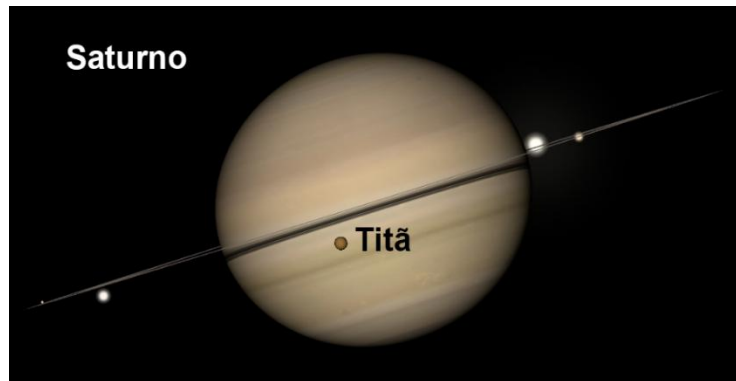
Considere que a distância máxima entre os centros da Terra e da Lua é de 405.000 km, enquanto a distância mínima entre os centros da Terra e do Sol é de 147.100.000 km.

Dados: $R_{\text{Sol}} = 695.500 \text{ km}$; $R_{\text{Terra}} = 6.378 \text{ km}$; $R_{\text{Lua}} = 1.737 \text{ km}$

- a) 80%
- b) 85%
- c) 90%
- d) 95%
- e) 100%



19) Quando os anéis de Saturno são vistos bem de lado, aumentam as chances de uma das suas inúmeras luas atravessar o disco do planeta, do ponto de vista da Terra. A figura a seguir, gerada pelo software gratuito Stellarium, mostra a simulação do trânsito de Titã, a maior lua de Saturno e a segunda maior lua do Sistema Solar, perdendo apenas para Ganimedes, de Júpiter.



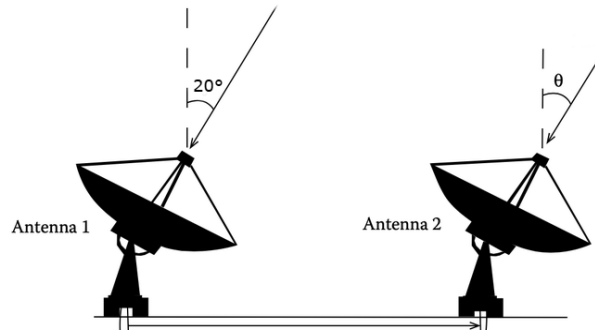
Com os dados que se seguem, assinale a opção que traz o tempo aproximado do trânsito de Titã pelo disco de Saturno. Para facilitar as contas, em primeira aproximação, considere que Titã atravessa o disco planetário diametralmente e desconsidere o movimento relativo entre a Terra e Saturno.

Dados:

- Distância Terra-Saturno $\sim 9,0$ U.A.
- Diâmetro de Saturno $D_{\text{Sat}} = 116.460$ km
- Diâmetro de Titã $d_{\text{Titã}} = 5.150$ km
- Período orbital de Titã $T_{\text{Titã}} \sim 15,9$ dias
- Semieixo maior de Titã $a_{\text{Titã}} = 1.221.870$ km
- Velocidade orbital de Titã $v_{\text{Titã}} \sim 5,4$ km/s
- U.A. = $150.000.000$ km

- a) 5,4 horas
- b) 5,6 horas
- c) 5,8 horas
- d) 6,0 horas
- e) 6,2 horas

20) Considere dois radiotelescópios separados por uma distância $D = 3.000$ m. Uma frente de onda plana de rádio proveniente de uma fonte muito distante chega da direção indicada na figura.



Determine o atraso aproximado da captação do sinal da antena 1 em relação à antena 2. Desconsidere quaisquer efeitos atmosféricos.

- a) $3,42 \mu s$
- b) $3,64 \mu s$
- c) $9,40 \mu s$
- d) $1.026,06 \mu s$
- e) $2.819,08 \mu s$

