

2ª PROVA ONLINE DE 22 DE NOVEMBRO DE 2024

- PROCESSO DE SELEÇÃO DAS EQUIPES INTERNACIONAIS DE 2025 -

1) Giulia e Sabrina estão conversando pela internet, quando Giulia percebe de repente que a Lua em Quarto Crescente está transitando pelo meridiano (ela sabe disso porque usa um prédio como referência). Sabrina, então, responde: Para mim, a Lua só irá transitar pelo meridiano daqui a 7 horas.

Assinale a opção que (1) traz a hora aproximada de onde Sabrina está no momento da conversa e (2) a diferença de longitude entre Giulia e Sabrina.

Considere que tanto Giulia quanto Sabrina estão localizadas nos meridianos centrais de seus respectivos fusos horários.

- a) 7h; 70°
- b) 7h; 105°
- c) 11h; 35°
- d) 11h; 105°
- e) 18h; 135°



2) Na foto a seguir vemos em destaque uma grande cratera de impacto denominada Albategnius, localizada nas terras altas centrais da Lua. Seu nome é uma homenagem ao astrônomo árabe do século IX Muhammad ibn al-Battani (858-929).

Também em destaque vemos outras três crateras de impacto, a Albategnius B, a Klein e a Klein A. Essas últimas homenageiam o astrônomo alemão do século XIX Hermann J. Klein (1844-1914).

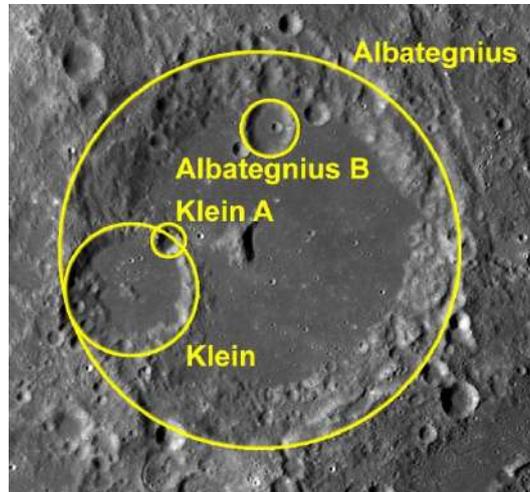


Foto: Damian Peach.

Baseado em seus conhecimentos e na foto apresentada, avalie as seguintes afirmações:

- I – Das quatro crateras em destaque, a Klein A foi a primeira a ser formada;
- II – Com certeza, a Albategnius é a mais velha das quatro crateras.
- III – É certo que a Albategnius B se formou ao mesmo tempo que a Klein;
- IV - A Klein A se formou antes da Klein.

É verdadeira:

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

OLIMPIADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

3) Um avião decola ao pôr do Sol do aeroporto 1 cujas coordenadas são: longitude $\lambda = 16^\circ 51' \text{ L}$ e latitude $\phi = 41^\circ 08' \text{ N}$. Voando na direção oeste, ele pousa no aeroporto 2 de destino após 3 horas e 50 minutos de voo, nas coordenadas: longitude $\lambda = 08^\circ 39' \text{ O}$ e latitude $\phi = 41^\circ 08' \text{ N}$.

Assinale a opção que traz quanto tempo depois do pôr do Sol no aeroporto 2 o avião chegou.

- a) 1h 8 min
- b) 1h 42 min
- c) 2h 8 min
- d) 2h 42 min
- e) 3h 50 min



4) Considere que existam, atualmente, 600 satélites em órbita geoestacionária (ou seja, satélites cuja posição aparente no céu permanece inalterada ao longo do tempo para qualquer observador na Terra).

Sendo assim, assinale a opção que traz a distância média aproximada entre um satélite geoestacionário e outro, supondo, em primeira aproximação, que eles estejam uniformemente distribuídos na órbita.

Dados: Massa da Terra $m_T = 6,00 \times 10^{24}$ kg; Constante de Gravitação Universal $G = 6,67 \times 10^{-11}$ m³ kg⁻¹ s⁻²

Dica: calcule o semieixo maior da órbita geoestacionária através da Lei de Kepler generalizada.

- a) 265 km
- b) 422 km
- c) 442 km
- d) 560 km
- e) 667 km



5) O vento solar é um fluxo contínuo de partículas emitidas da Coroa do Sol que acarreta uma perda de massa por parte da nossa estrela em torno de $2,0 \times 10^{-14} M_{\text{Sol}}$ (massas solares) por ano.

Considerando que a massa do Sol é de aproximadamente $3,3 \times 10^5$ vezes a massa da Terra, assinale a opção que traz, aproximadamente, de quanto em quanto tempo o Sol perde o equivalente a 1 Terra pelo vento solar.

- a) 75 milhões de anos
- b) 150 milhões de anos
- c) 225 milhões de anos
- d) 300 milhões de anos
- e) 375 milhões de anos



6) Em 1856, o astrônomo inglês Norman Robert Pogson (1829 - 1891) apresentou uma equação que ajustava a escala de magnitude criada por Hiparco (190 a.C. - 126 a.C.) à resposta logarítmica do olho humano à percepção do brilho de um astro. Quando comparamos dois astros, a equação pode ser escrita como:

$$m_2 - m_1 = -2,5 \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

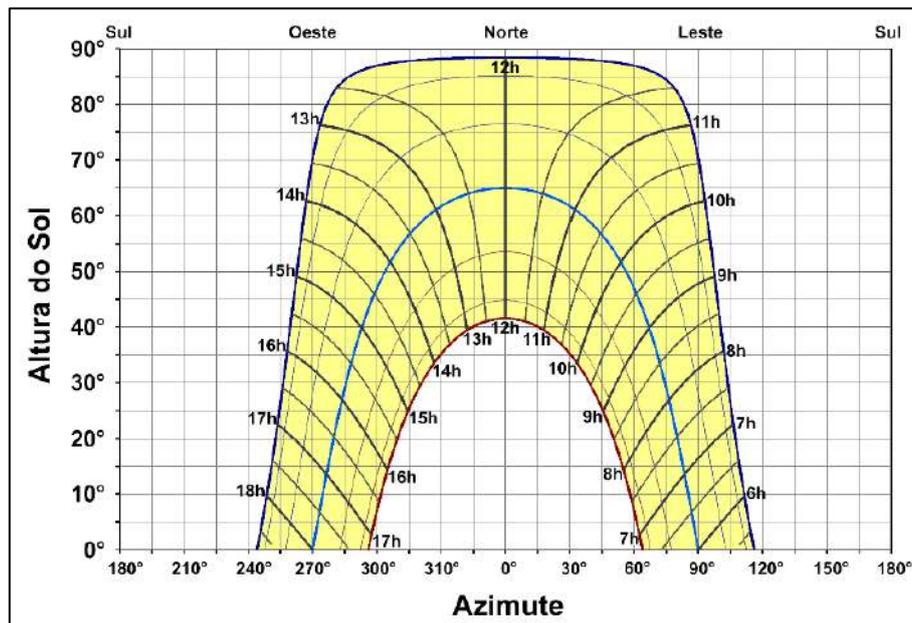
Sendo m_1 e m_2 as magnitudes aparentes dos astros e F_2/F_1 , a razão entre seus brilhos (fluxos medidos na Terra).

Analisando a equação acima, podemos afirmar que uma estrela de magnitude aparente $m_1 = +1$ em comparação com uma estrela de magnitude aparente $m_2 = +2$ é, aproximadamente:

- a) 2,5 vezes menos brilhante.
- b) 5,0 vezes menos brilhante.
- c) 2,5 vezes mais brilhante.
- d) 5,0 vezes mais brilhante.
- e) 10 vezes mais brilhante.



7) O gráfico a seguir traz a Altura (h) do Sol *versus* seu Azimute (A) para cada hora solar verdadeira, ao longo do ano para uma determinada cidade de latitude (ϕ) e longitude (λ). O Azimute é contado no sentido horário (Norte→Leste→Sul→Oeste). A linha curva interna (em vermelho) representa o Solstício de Inverno e a linha curva externa (em azul escuro) representa o Solstício de Verão. Pode-se ver claramente a diferença da duração do dia claro entre o Inverno e o Verão.



Baseado nas informações fornecidas, PRIMEIRO coloque F ou V na frente de cada afirmação e DEPOIS escolha a opção que contém a sequência correta de F e V.

- 1ª) () Essa cidade tem latitude $\phi = 25^\circ \text{ N}$, mas sua longitude é indeterminada.
- 2ª) () Nos dias dos Equinócios, às 9h e às 15h a distância zenital do Sol vale $z = 50^\circ$.
- 3ª) () No dia do Solstício de Verão, o azimute do Sol varia de $A = 90^\circ$ até $A = 270^\circ$ em apenas três horas.
- 4ª) () No início do Inverno, a duração da noite excede em cerca de três horas a do início do Verão.
- 5ª) () Nos dias dos Equinócios, o azimute do Sol varia de $A = 90^\circ$ até $A = 270^\circ$ em 12 horas.

- a) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- b) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (F)
- c) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (V)
- d) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- e) () 1ª (V), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (V)

8) Voyager 1 é uma sonda espacial estadunidense lançada ao espaço em 5 de setembro de 1977 para estudar Júpiter e Saturno, prosseguindo, posteriormente, rumo ao espaço interestelar. Atualmente ela é o objeto fabricado pelo homem mais distante de nós, a cerca de 165 UA (Unidades Astronômicas) do Sol, o que equivale a cerca de 22,8 horas-luz de distância. Sua velocidade relativa ao Sol é de 3,6 UA/ano.

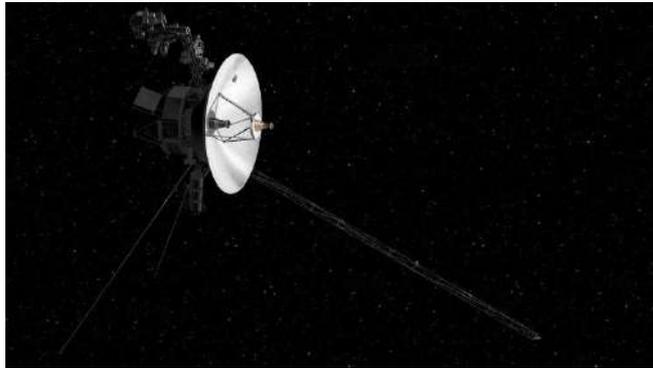


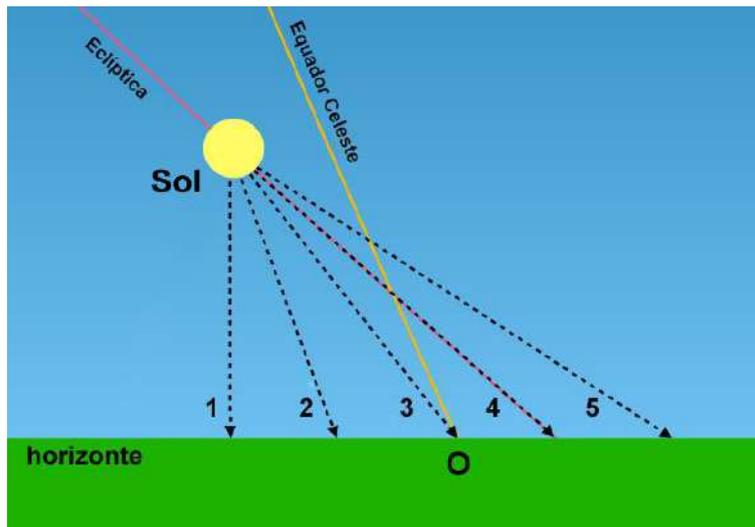
Imagem: NASA.

Assinale a opção que traz quanto tempo, aproximadamente, irá demorar para a Voyager 1 atingir a marca de 1 dia-luz de distância do Sol.

- a) 2,4 anos.
- b) 3,6 anos
- c) 22,8 anos
- d) 24 anos
- e) 165 anos



9) Na imagem abaixo, temos o Sol logo acima do horizonte. A Eclíptica, o Equador Celeste e o Ponto Cardeal Oeste (O) estão marcados na imagem.



Qual dos caminhos marcados (1 a 5) na imagem representa o caminho que o Sol seguirá até o horizonte nesse dia?

- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4
- e) 5



10) Uma certa estrela foi observada sempre acima do horizonte durante um dia inteiro. Durante esse período, sua altura máxima foi $h_{\max} = 50^\circ$ e sua altura mínima foi $h_{\min} = 20^\circ$.

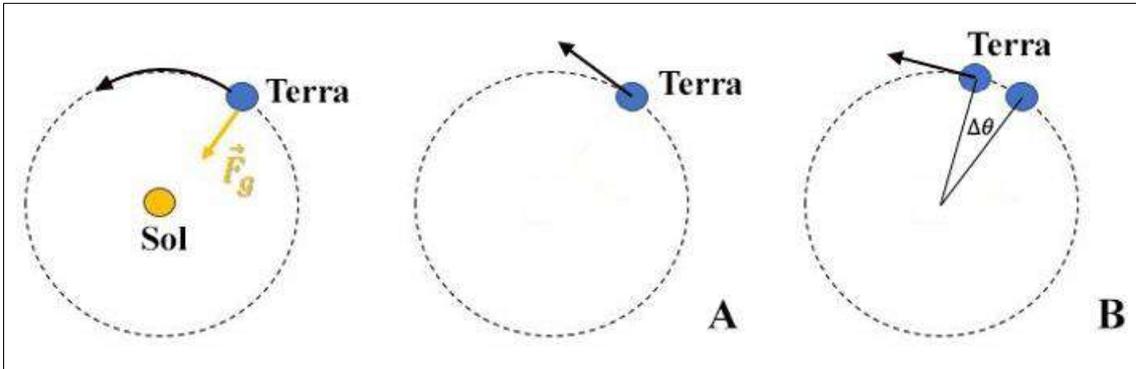
Assinale a opção que traz as possíveis latitudes para o local de observação.

- a) $\pm 20^\circ$ ou $\pm 50^\circ$
- b) $\pm 25^\circ$ ou $\pm 70^\circ$
- c) $\pm 25^\circ$ ou $\pm 75^\circ$
- d) $\pm 30^\circ$ ou $\pm 75^\circ$
- e) $\pm 35^\circ$ ou $\pm 75^\circ$



11) Na mecânica newtoniana, a força entre dois objetos é sentida instantaneamente, independentemente da distância. No entanto, de acordo com a relatividade, nenhuma interação é verdadeiramente instantânea. Para um objeto sentir uma força, a informação da força deve ser transportada por partículas de campo. Mas nada pode viajar mais rápido do que a velocidade da luz.

Dois amigos, 'A' (um seguidor de Newton) e 'B' (um seguidor de Einstein), uma vez debateram o que aconteceria com a Terra se o Sol desaparecesse de repente. Ambos calcularam a direção que a Terra seguiria quando essa calamidade acontecesse, que pode ser vista, fora de escala, no esquema a seguir.



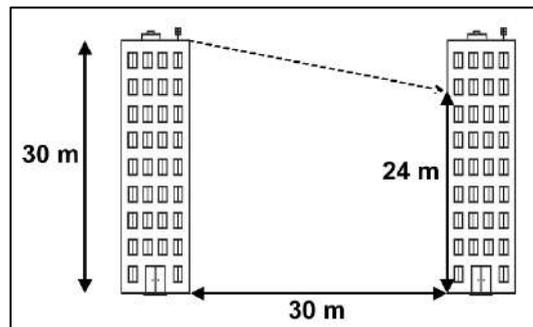
Considerando a órbita da Terra circular, com 1 UA de raio, qual seria a diferença angular ($\Delta\theta$) nas direções previstas por eles?

Dados: 1 UA = 150 milhões de km; Período de translação da Terra $P = 365,25$ dias; velocidade da luz $c = 300.000$ km/s;

- a) 5,13''
- b) 10,26''
- c) 20,52''
- d) 41,04''
- e) 82,08''



12) Em uma cidade do Hemisfério Norte, no dia do Solstício de Inverno, ao meio-dia solar verdadeiro, parte da sombra de um edifício de 30 m de altura incide sobre outro edifício ao lado. A separação entre os dois edifícios é de 30 m e a altura da sombra incidindo sobre o edifício adjacente é de 24 m. Os prédios foram construídos em um terreno plano e horizontal.



Assinale a opção que traz a latitude ϕ do lugar.

Dados: $\tan^{-1}(0,1) \cong 5,7^\circ$; $\tan^{-1}(0,2) \cong 11,3^\circ$; $\tan^{-1}(0,3) \cong 16,7^\circ$; $\tan^{-1}(0,4) \cong 21,8^\circ$; $\tan^{-1}(0,5) \cong 26,6^\circ$.

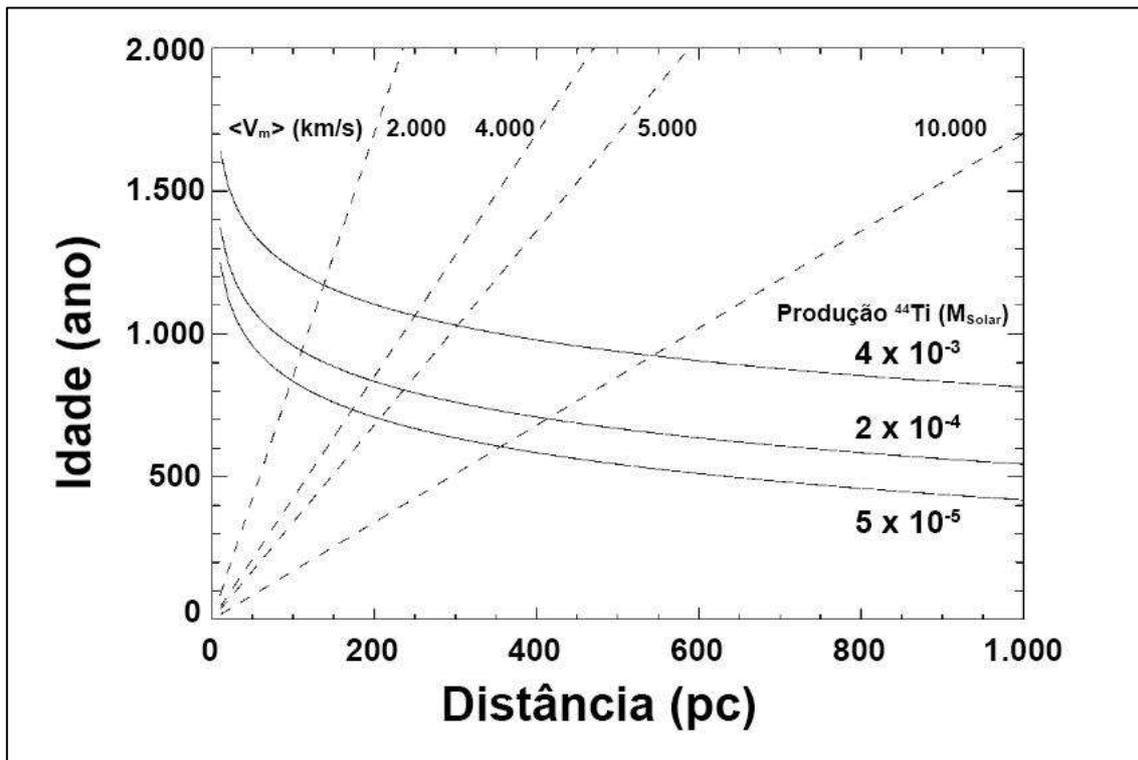
- a) $39,9^\circ$
- b) $44,7^\circ$
- c) $49,8^\circ$
- d) $55,2^\circ$
- e) $60,8^\circ$



13) Cassiopeia A (Cas A) é um dos remanescentes de supernova mais jovens conhecido. Ele está localizado na constelação de Cassiopeia. A descoberta da emissão de raios gama provenientes do decaimento radiativo de núcleos de titânio-44 (^{44}Ti) associados à Cassiopeia A revelou uma nova maneira para os astrofísicos procurarem por remanescentes de outras supernovas relativamente recentes (com ~ 1.000 anos de idade).

A produção de ^{44}Ti de uma explosão de supernova pode ser inferida pela medida da intensidade da emissão da respectiva linha espectral, em 1,16 MeV (megaelétron-Volts), nos dias de hoje.

O gráfico a seguir nos traz dois modelos teóricos: a distância até nós *versus* a idade da explosão de supernova que originou o remanescente em função da velocidade média $\langle v_m \rangle$ de expansão do remanescente (linha reta tracejada) e da produção de ^{44}Ti , em termos de massas solares (linha curva contínua). Os dois modelos estão superpostos no mesmo gráfico.



Fonte: Chen, W. and Gehrels, N., 1999, ApJ. (adaptado).

Baseado nas informações fornecidas, PRIMEIRO coloque F ou V na frente de cada afirmação e DEPOIS escolha a opção que contém a sequência correta de F e V.

1ª) () Se a velocidade média de expansão de um remanescente de supernova é de 5.000 km/s e a produção de ^{44}Ti foi de $5 \times 10^{-5} M_{\text{Sol}}$, então este remanescente de supernova deve estar a cerca de 250 pc de nós e a explosão deve ter ocorrido há cerca de 800 anos.

2ª) () Para uma mesma velocidade média de expansão, quanto maior foi a produção de ^{44}Ti , mais velho é o remanescente de supernova.

3ª) () Para uma mesma velocidade média de expansão, quanto maior foi a produção de ^{44}Ti , mais afastado estará o remanescente de supernova.

4ª) () Para uma mesma produção de ^{44}Ti , quanto maior a velocidade de expansão, mais próximo de nós está o remanescente de supernova.

5ª) () Para uma mesma produção de ^{44}Ti , quanto maior a velocidade de expansão, mais velho é o remanescente de supernova.

- a) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (F)
- b) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- c) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- d) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (V)
- e) () 1ª (V), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (F)

QUESTÃO ANULADA



14) C/2021 A1 (Leonard) ou Cometa Leonard é um cometa, descoberto por Gregory J. Leonard, do Observatório do Monte Lemmon, em 3 de janeiro de 2021 (um ano antes do periélio) quando o cometa estava a 5 UA do Sol. Foi o primeiro cometa descoberto em 2021 e tem uma órbita retrógrada de 80.000 anos.

A figura a seguir traz uma Carta Celeste mostrando a trajetória do Cometa Leonard, de 30 de novembro a 10 de dezembro de 2021.



Fonte: Sky and Telescope (adaptado).

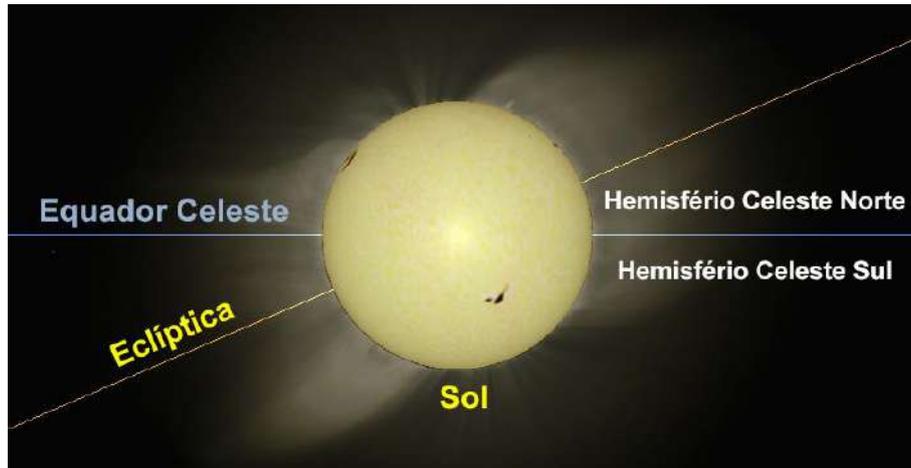
Baseado nesta Carta Celeste e nos seus conhecimentos, PRIMEIRO coloque F ou V na frente de cada afirmação e DEPOIS escolha a opção que contém a sequência correta de F e V.

- 1ª) () De 30 de novembro a 10 de dezembro o cometa se deslocou para o Oeste na Esfera Celeste.
- 2ª) () Entre 3 e 4 de dezembro o cometa passou atrás de M3.
- 3ª) () Neste período o cometa passou ao norte de Arcturus.
- 4ª) () Em pouco mais de quatro dias o cometa atravessou a Constelação do Boieiro.
- 5ª) () De 30 de novembro a 10 de dezembro o Ângulo Horário do cometa diminuiu.

- a) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (V)
- b) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (F)
- c) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (F)
- d) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (V)
- e) () 1ª (V), 2ª (F), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (F)

15) Em 22 de setembro de 2024 tivemos o início da Primavera no Hemisfério Sul e do Outono no Hemisfério Norte. O Equinócio de setembro marca a passagem do centro do disco solar pelo Equador Celeste.

Suponha que neste dia o diâmetro aparente do Sol era de $\varnothing = 32'$ (minutos de arco).



Considerando que a obliquidade da eclíptica vale $23,5^\circ$, assinale a opção que traz, aproximadamente, quanto tempo leva o disco do Sol para atravessar completamente de um hemisfério celeste para o outro.

Dado: Tabela da Declinação do Sol ao 1º dia de cada mês de 2024

jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez
23,1°S	17,3°S	7,8°S	4,3°N	14,9°N	22,0°N	23,1°N	18,1°N	8,5°N	2,9°S	14,2°S	21,7°S

- a) 8,5 horas
- b) 11,4 horas
- c) 18,1 horas
- d) 23,5 horas
- e) 32,6 horas



16) O espectro de uma galáxia mostra uma linha de H-alfa com um comprimento de onda de $\lambda = 720$ nanômetros. Medido em laboratório o comprimento de onda da linha H-alfa vale $\lambda_{\text{lab}} = 656,28$ nanômetros. A respeito disso, assinale a opção que traz a afirmação correta sobre essa galáxia.

- a) Ela é uma galáxia espiral.
- b) Ela está formando estrelas.
- c) Ela está se afastando de nós.
- d) Ela está se aproximando de nós.
- e) Ela está colidindo com outra galáxia.



17) Suponha que por algum motivo desconhecido, o período orbital da Terra ao redor do Sol passa a ser de exatos 365,75 dias.

No que isso implicaria?

- a) Os anos bissextos passariam a ter 1 dia a mais, de 5 em 5 anos
- b) Os anos bissextos passariam a ter 2 dias a mais, de 2 em 2 anos.
- c) Os anos bissextos passariam a ter 3 dias a mais, de 3 em 3 anos.
- d) Os anos bissextos passariam a ter 3 dias a mais, de 4 em 4 anos.
- e) Os anos bissextos passariam a ter 4 dias a mais, de 4 em 4 anos.



18) Através da paralaxe das estrelas e da sua fotometria é possível medir, com a primeira técnica, ou estimar, com a segunda técnica, a distância que uma estrela se encontra de nós e, conseqüentemente, sua magnitude absoluta.

A paralaxe estelar (π) é o desvio aparente de posição de qualquer estrela próxima da Terra (ou outro objeto) contra o fundo de estrelas muito distantes. A distância d , em parsecs, é simplesmente o inverso da paralaxe, medida em segundos de arco:

$$d[\text{parsec}] = \frac{1}{\pi[\text{''}]}$$

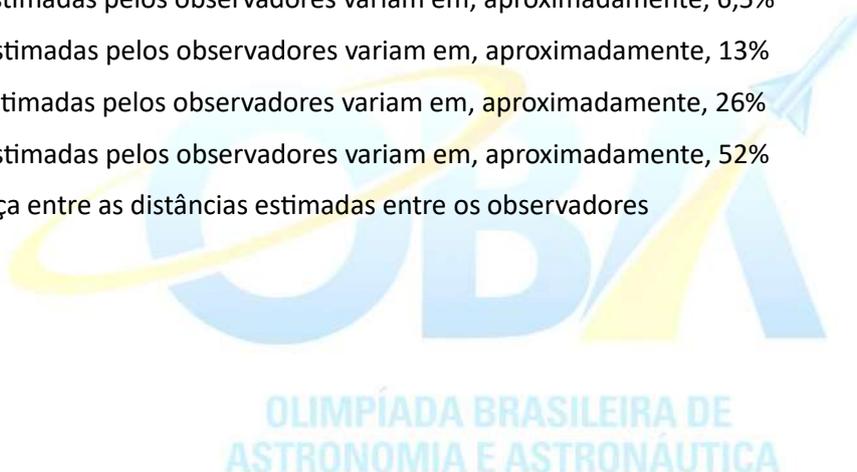
Já o módulo de distância $\mu = m - M$ é a diferença entre a magnitude aparente m (idealmente, corrigida dos efeitos da absorção interestelar) e a magnitude absoluta M de um corpo celeste. Ele está relacionado à distância d , também em parsecs, da forma:

$$\mu = 5 \log_{10}(d) - 5$$

Considere que dois astrônomos observaram uma mesma estrela de magnitude absoluta M . Entretanto, em suas medidas fotométricas a magnitude aparente da estrela tem uma diferença de 0,50 magnitude.

Isto significa que:

- a) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 6,5%
- b) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 13%
- c) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 26%
- d) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 52%
- e) Não há diferença entre as distâncias estimadas entre os observadores



19) Considere dois planetas orbitando a mesma estrela em órbitas circulares. Em um determinado momento eles se encontram à distância mínima que pode existir entre eles. Conhecendo os períodos orbitais dos dois planetas $P_1 = 4,5$ anos e $P_2 = 7,4$ anos, depois de quanto tempo, aproximadamente, essa configuração da distância mínima irá se repetir?

- a) 4,5 anos
- b) 5,8 anos
- c) 7,4 anos
- d) 11,5 anos
- e) 11,9 anos



20) Em 1879, o físico esloveno Jožef Stefan (1835-1893) deduziu, a partir de resultados experimentais, que a potência **P** (energia irradiada por segundo) de um corpo é diretamente proporcional à área **A** da superfície emissora deste corpo e também diretamente proporcional à sua temperatura **T** elevada à quarta potência. Essa relação foi chamada de Lei de Stefan:

$$P = A\sigma T^4$$

Onde $\sigma = 5,67 \times 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ é a constante de Stefan.

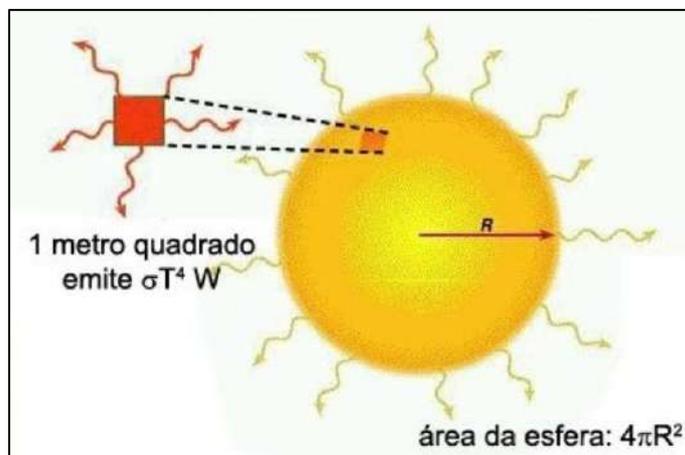


Imagem: Adaptada de http://www.astro.umass.edu/~myun/teaching/a100_old/hw4.html

Para uma estrela de raio **R** e temperatura superficial **T**, a potência **P**, irradiada por segundo, é a sua luminosidade **L** e esta equação pode ser escrita como:

$$L = (4\pi R^2)\sigma T^4$$

Segundo os cálculos da evolução estelar do Sol, daqui a 1 bilhão de anos a sua temperatura superficial estará 10% maior do que a atual.

Considerando que seu raio não mude, segundo a Lei de Stefan, de quanto será, aproximadamente, o aumento da sua luminosidade?

- a) Cerca de 10% maior.
- b) Cerca de 30% maior.
- c) Cerca de 50% maior.
- d) Cerca de duas vezes maior.
- e) Cerca de três vezes maior.

OLIMPIÁDA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA