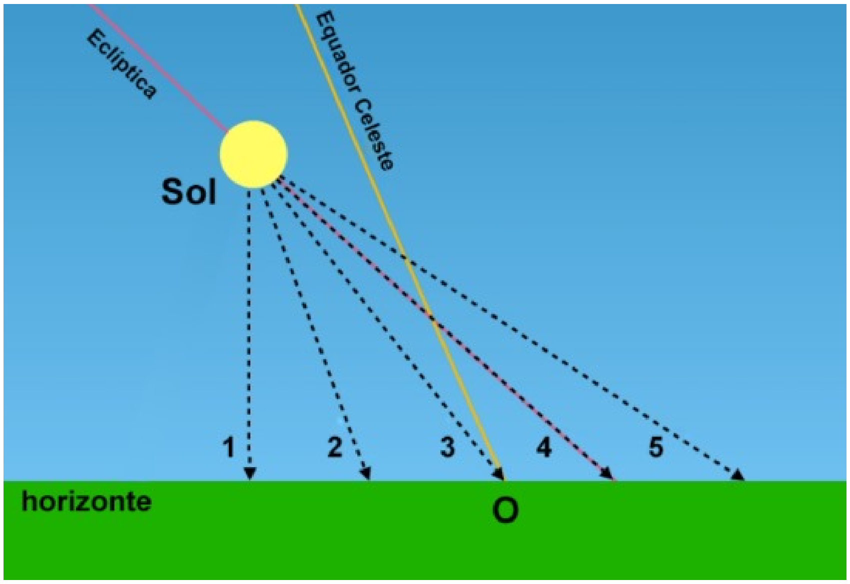
SELETIVA ONLINE
COMENTÁRIO P2

Instruções Gerais

1. A duração da prova é de **duas** (2 horas).
2. A prova é composta por 20 questões (totalizando 20 pontos).
3. A prova é individual e sem consultas.
4. O uso de calculadoras é permitido desde que não sejam programáveis.

1. **(1 ponto)** 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) 4

(b) 3

(c) 5

(d) 2

(e) 1

Solução:

O movimento aparente do Sol no céu durante o dia ocorre de forma aproximadamente paralela ao Equador Celeste, devido à rotação da Terra. Nesse contexto, o caminho que representa o movimento correto do Sol até o horizonte é aquele que permanece paralelo ao Equador Celeste.

Na imagem, o caminho que segue paralelo ao Equador Celeste é o caminho 2.

Portanto, o movimento aparente do Sol nesse dia é descrito pelo caminho 2.

Resposta: (d)

2. **(1 ponto)** 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 $2,0 \times 10^{-14}\, M_\odot$ (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) 375 milhões de anos

(b) 150 milhões de anos

(c) 225 milhões de anos

(d) 75 milhões de anos

(e) 300 milhões de anos

Solução:

A taxa de perda de massa do Sol devido ao vento solar é $T = 2,0 \times 10^{-14}\, M_\odot$/ano, onde a massa do Sol é $M_\odot = 3,3 \times 10^5\, M_\oplus$. Assim, a taxa em unidades de massa da Terra por ano é:

$$T = 2,0 \times 10^{-14} \times 3,3 \times 10^5 = 6,6 \times 10^{-9}\, M_\oplus/\text{ano}.$$

O tempo necessário para o Sol perder uma massa equivalente à Terra é dado por:

$$t = \frac{1\, M_\oplus}{T} = \frac{1}{6,6 \times 10^{-9}} \approx 1,515 \times 10^8\, \text{anos}.$$

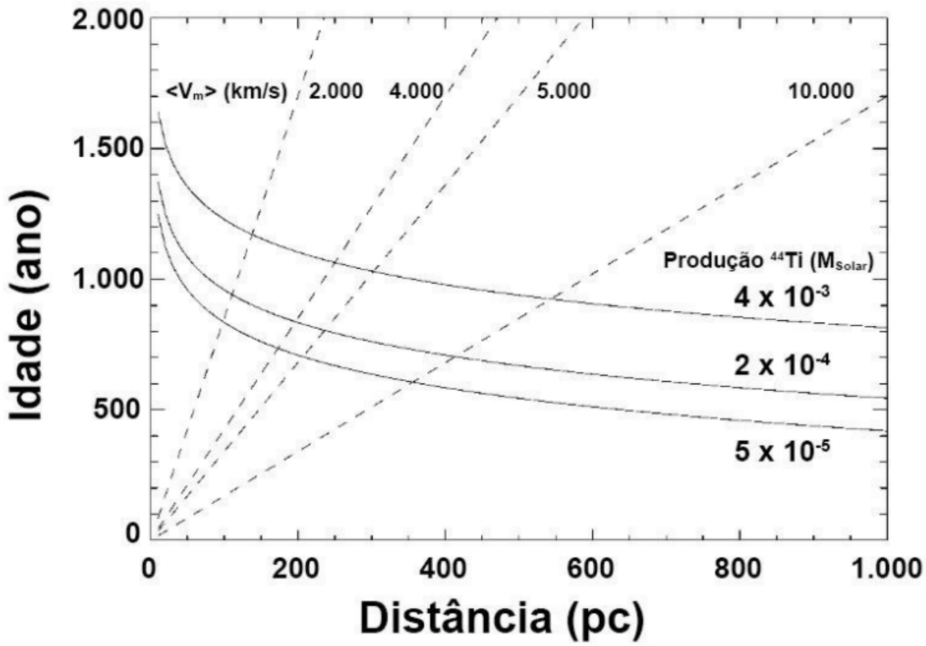
Portanto, o tempo é aproximadamente 150 milhões de anos.

Resposta: (b)

3. **(1 ponto)** 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 astrônomos procurarem por remanescentes de outras supernovas relativamente recentes (com $\approx$ 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 $< v_m >$ 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.



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.

1) ( ) 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 5×10^{-5} M_{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.

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

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

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

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

(a) 1° (V), 2°(V), 3°(V), 4°(F), 5°(V)

(b) 1° (V), 2°(F), 3°(F), 4°(V), 5°(F)

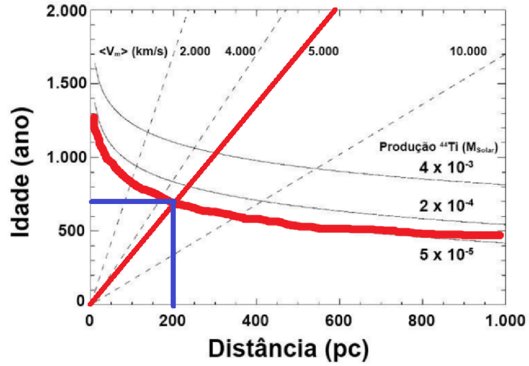
(c) 1° (V), 2°(V), 3°(V), 4°(V), 5°(V)

(d) 1° (F), 2°(V), 3°(V), 4°(F), 5°(V)

(e) 1° (F), 2°(V), 3°(V), 4°(V), 5°(V)

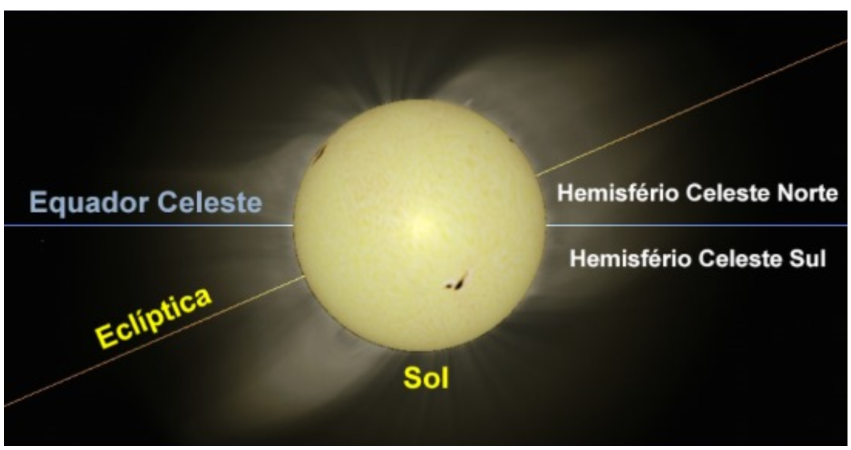
Solução:

1) (**F**) Conforme segue na imagem abaixo, ao analisar os critérios propostos pela alternativa se chega em uma distância de aproximadamente 200pc e uma idade de 700 anos.



2) (**V**) Correto, ao analisar o gráfico percebe-se que, em uma mesma velocidade, uma explosão com maior produção de titânio tende a ser mais velha.
3) (**V**) Correto, ao analisar a situação da imagem, em uma mesma velocidade média de expansão, uma quantidade maior de titânio tende a se relacionar com uma distância maior.
4) (**F**) Errado, analisando a imagem, em um mesmo patamar de produção de titânio, ao aumentar a velocidade de expansão move-se o ponto analisado para a direita, ou seja, expressa-se uma distância MAIOR e não menor.
5) (**F**) Errado, ao analisar o mesmo patamar de produção de titânio, quanto maior a velocidade, ou seja, mais a direita no gráfico, a linha tende a "descer´´, ou seja, ser mais nova, e não mais velha.
O resultado que foi encontrado pela análise aponta que essa questão será **anulada**, uma vez que a sequência encontrada nos itens apontados não condiz com nenhuma alternativa.
Resposta: (1 (F), 2 (V), 3 (V), 4 (F), 5 (F))

4. **(1 ponto)** 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) 23,5 horas

(c) 32,6 horas

(d) 11,4 horas

(e) 18,1 horas

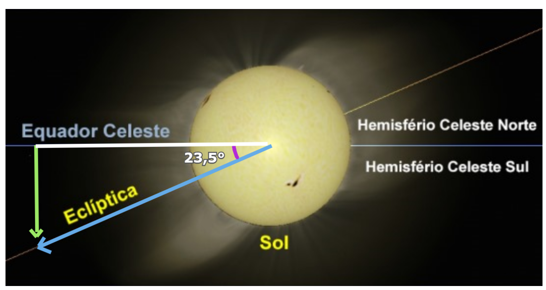
Solução:

O movimento aparente do Sol ao longo da eclíptica é de 360° em um ano, o que equivale a uma velocidade angular média de:

$$v = \frac{360^\circ}{365\,\text{dias}} \approx 0,985^\circ/\text{dia}.$$

A obliquidade da eclíptica é de $23,5^\circ$, de modo que a componente vertical da velocidade angular do Sol, ou seja, a variação da declinação, é dada por:

$$v_{\text{declinação}} = v \cdot \text{sen}(23,5^\circ).$$



Calculando:

$$v_{\text{declinação}} = 0,985^\circ/\text{dia} \cdot \text{sen}(23,5^\circ) \approx 0,393^\circ/\text{dia}.$$

O diâmetro aparente do Sol é $\varnothing = 32' = \frac{32}{60}^\circ \approx 0,533^\circ$. O tempo necessário para o disco solar atravessar completamente de um hemisfério celeste para o outro é dado por:

$$t = \frac{\varnothing}{v_{\text{declinação}}} = \frac{0,533^\circ}{0,393^\circ/\text{dia}} \approx 1,356\,\text{dias}.$$

Convertendo para horas:

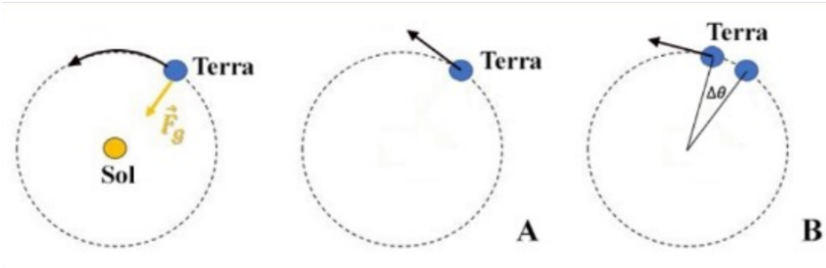
$$t = 1,356 \cdot 24 \approx 32,6\,\text{horas}.$$

Esse valor é válido para uma região pequena do céu, onde podemos considerar a trajetória do Sol praticamente plana. Portanto, o tempo necessário é aproximadamente $32,6$ horas.

Resposta: (c)

5. **(1 ponto)**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) $82,08''$

Solução:

O tempo necessário para a Terra perceber a falta do Sol é:

$$t = \frac{1 \text{ UA}}{c} = 8^{min}20^{s}$$

Utilizando regra de 3, temos:

$$\begin{array}{ccc} P & \rightarrow & 360° \\ t & \rightarrow & \Delta\theta \end{array}$$

Assim, temos

$$\boxed{\Delta\theta = \frac{360°t}{P} = 20,52''}$$

Resposta: (c)

6. **(1 ponto)** 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, consequentemente, 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:

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

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 dessa estrela tem uma diferença de 0,50 magnitude.

Isto significa que:

(a) Não há diferença entre as distâncias estimadas entre os observadores.

(b) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 13%.

(c) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 6,5%.

(d) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 26%.

(e) As distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 52%.

Solução:

1 Utilizando a formula dada pelo enunciado, temos:

$$m_1 - M = 5\log d_1 - 5$$

$$m_2 - M = 5\log d_2 - 5$$

Subtraindo as equações, podemos obter

$$m_1 - m_2 = 5(\log d_1 - \log d_2) = 5\log\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$$

$$\frac{m_1 - m_2}{5} = \log\left(\frac{d_1}{d_2}\right)$$

Elevando 10 pelos dois lados

$$\frac{d_1}{d_2} = 10^{(m_1 - m_2)/5}$$

Substituindo os valores fornecidos pelo enunciado, chegamos em

$$\boxed{\frac{d_1}{d_2} = 1,26}$$

Ou seja, as distâncias estimadas pelos observadores variam em, aproximadamente, 26%.
Resposta: (d)

7. **(1 ponto)** 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.

   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) 3,6 anos.

   (b) 2,4 anos.

   (c) 22,8 anos.

   (d) 165 anos.

   (e) 24 anos.

Solução:

A distância restante para completar 1 dia-luz é: $24 - 22,8 = 1,2$ hora-luz.

Essa distância equivale a:

$$d = 1,2 \cdot 3600 \cdot 3 \cdot 10^8 \text{ m} = 1,296 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

A velocidade da sonda é:

$$v = \frac{3,6 \text{ UA}}{\text{ano}} = \frac{3,6 \cdot 1,5 \cdot 10^{11} \text{ m}}{\text{ano}} = 5,1 \cdot 10^{11} \text{m/ano}$$

Com isso, chegamos em:

$$\boxed{\Delta t = \frac{d}{v} = 2,4 \text{ anos}}$$

Resposta: (b)

8. **(1 ponto)** 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) 7,4 anos

   (b) 5,8 anos

   (c) 11,9 anos

   (d) 4,5 anos

   (e) 11,5 anos

Solução:

Para achar o tempo em que a mesma configuração se repete precisamos calcular o período sinódico. O enunciado da questão não esclarece se os planetas orbitam a estrela no mesmo sentido, porém por falta de alternativa para o caso de órbitas em sentidos diferentes iremos utilizar a fórmula do período sinódico para dois corpos orbitando na mesma direção.

$$\frac{1}{P_s} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2} \Rightarrow P_s = 11,48 \approx 11,5 \; anos$$

Resposta: (e)

9. **(1 ponto)** 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°

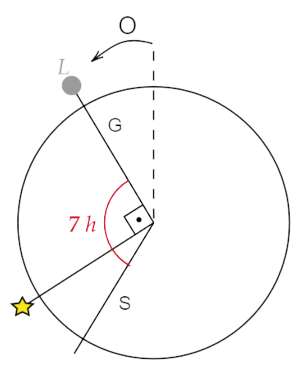
   (c) 11h; 105°

   (d) 11h; 35°

   (e) 18h; 135°

Solução:

Primeiro, como a Lua está em Quarto Crescente, ela está a uma distância angular de 90° em relação ao Sol para leste, considerando sua projeção no plano do Equador celeste. Isso ocorre porque a Lua nasce quando o Sol está no meio-dia solar verdadeiro, ou seja, às 12 horas. Assim, representando o Sol, a Lua e as duas meninas no plano mencionado, em que é convencionado que unidades que crescem para oeste se movem no sentido anti-horário:



A distância angular entre as meninas é de 7 horas, pois a velocidade angular da Lua nessa projeção é a mesma do Sol, 360° em 24 horas ou 15°/h. Portanto, transformando o ângulo de horas para graus, a diferença de longitude entre Giulia e Sabrina é:

$$\Delta\lambda = 7 \times 15 = 105^\circ.$$

Agora, para encontrar a hora no local onde Sabrina está, deve-se considerar que, quando o Sol está passando pelo meridiano local, é meio-dia solar verdadeiro, ou seja, 12 horas. Pela geometria representada na imagem, a hora no local de Sabrina (T) será:

$$T = 12 - \left(7 - \frac{90^\circ}{15}\right) = 11 \text{ h}.$$

Resposta: (c)

10. **(1 ponto)** 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 $h_{\max} = 20^\circ$. Assinale a opção que traz as possíveis latitudes para o local e observação.
    (a) $\pm 25^\circ$ ou $\pm\, 70^\circ$
    (b) $\pm 30^\circ$ ou $\pm\, 75^\circ$
    (c) $\pm 20^\circ$ ou $\pm\, 50^\circ$
    (d) $\pm 25^\circ$ ou $\pm\, 75^\circ$
    (e) $\pm 35^\circ$ ou $\pm\, 75^\circ$

Solução:

Existem dois casos possíveis: ambas as culminações ocorrerem no mesmo sentido, ou cada uma ocorrer em sentidos opostos.
No primeiro caso, a altura do polo celeste elevado (i.e, a latitute) será a média aritmética das alturas das culminações:

$$\Phi = \frac{20^\circ + 50^\circ}{2} = \pm 35^\circ$$

No segundo caso, devemos considerar que o outro ponto de culminação se encontra no sentido oposto, por este motivo iremos utilizar uma expressão um pouco diferente:

$$\Phi = \frac{20^\circ + (180^\circ - 50^\circ)}{2} = \pm 75^\circ$$

Como isso pode ocorrer no hemisfério norte ou no hemisfério sul, devemos considerar o sinal $\pm$.
Resposta: (e)

11. **(1 ponto)** Considere que existam, atualmente, 600 satélites em órbita geoestacionária (ou seja, satélites cuja posição 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, suponto, em primeira aproximação, que eles estejam uniformemente distribuídos na órbita.

Dados: Massa da Terra $m_T = 6,00 \cdot 10^{24}$ kg; Constante de Gravitação Universal $G = 6,67 \cdot 10^{-11} \cdot m^3 \cdot kg^{-1} \cdot s^{-2}$

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

(a) 667 km

(b) 265 km

(c) 442 km

(d) 560 km

(e) 422 km

Solução:

Como sabemos, satélite geoestacionários são aqueles que que possuem mesmo período que a Terra, isto é, 24 horas. Dessa forma, calculando a distância até a Terra pela terceira lei de Kepler:

$$\frac{T^2}{a^3} = \frac{4\pi^2}{GM} \Rightarrow a = \sqrt[3]{T^2 \cdot \frac{GM}{4\pi^2}}$$

Substituindo:

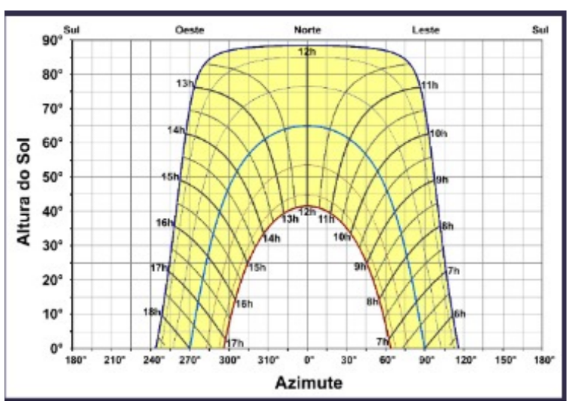
$$a = \sqrt[3]{(24 \cdot 60^2)^2 \cdot \frac{6,67 \times 10^{-11} \cdot 6,00 \times 10^{24}}{4\pi^2}} = 42,3 \times 10^3\ km$$

A distância média pode ser calculado ao dividirmos a circunferência dessa órbita pelo número de satélites:

$$d_m = \frac{2\pi \cdot a}{600} = \frac{2\pi \cdot 42300}{600} \approx 442\ km$$

Resposta: (c)

12. **(1 ponto)** 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) representa o Solstício de Verão. Pode-se ver claramente a diferença da duração do dia claro entre o invernno 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.

1. ( ) Essa cidade em latitude $\phi = 25°$ N, mas sua longitude é indeterminada
2. ( ) Nos dias dos Equinócios, às 9h e às 15h a distância zenital do Sol vale $z = 50°$

3. ( ) No dia do Solstício de Verão, o azimude do Sol varia de $A = 90°$ até $A = 270°$ em apenas três horas.
4. ( ) No início do inverno, a duração da noite excede em cerca de três horas a do início do verão.
5. ( ) Nos dias dos Equinócios, o azimute do Sol varia de $A = 90°$ até $A = 270°$ em 12 horas.

(a) 1 (V), 2(F), 3(F), 4(V), 5(V)

(b) 1 (F), 2(F), 3(F), 4(V), 5(V)

(c) 1 (F), 2(F), 3(F), 4(F), 5(F)

(d) 1 (F), 2(V), 3(V), 4(V), 5(V)

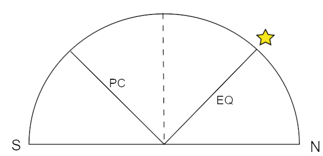
(e) 1 (V), 2(V), 3(V), 4(V), 5(V)

Solução:

1. **Falso.** A latitude pode ser encontrada considerando a passagem meridiana do Sol, o meio-dia solar verdadeiro, no dia do equinócio, uma vez que o Sol estará sobre o Equador Celeste. A distância zenital do Sol ao Equador Celeste corresponde à latitude local. Assim, para 12 horas, na linha azul mais clara, a altura do Sol é 65°. Portanto, a latitude do local será:

$$\phi = 90 - 65 = \pm 25°.$$

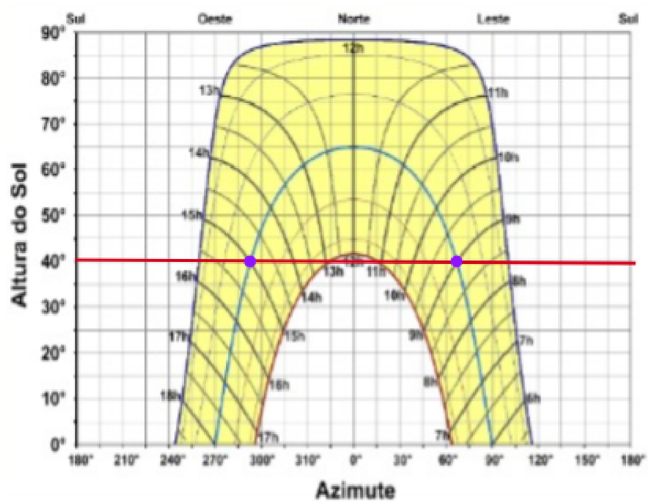
Para determinar em qual hemisfério ocorre a observação, pode-se representar a situação em um plano 2D. Como o azimute 0° se refere ao ponto cardeal Norte:



Pela imagem, observa-se que o Polo Celeste (PC) está voltado para o ponto cardeal Sul. Logo, ele é o Polo Celeste Sul, e a latitude do local é:

$$\phi = 25° \ S.$$

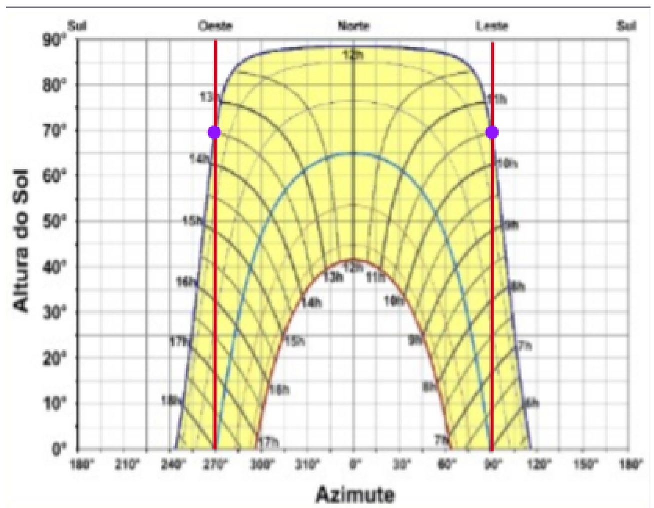
2. **Verdadeiro.** Pelo gráfico, conclui-se que a altura do Sol nesses horários é 40°:



Assim, a distância zenital será:

$$z = 90 - 40 = 50^\circ.$$

3. **Verdadeiro.** Marcando os azimutes no gráfico:



Observa-se que o Sol atinge o azimute 90° às 10h30 e o azimute 270° às 13h30, totalizando três horas entre as passagens por esses dois azimutes.

4. **Verdadeiro.** No solstício de inverno, a noite começa às 17h e termina às 7h, totalizando 14 horas de noite. No solstício de verão, a noite vai das 18h30 às 5h30, aproximadamente, totalizando 11 horas. Portanto, a diferença na duração da noite é de 3 horas.

5. **Verdadeiro.** Nos dias de equinócio, o Sol nasce às 6h no azimute 90° e se põe às 18h no azimute 270°. O tempo decorrido entre esses azimutes será de 12 horas.

Resposta: (d)

13. **(1 ponto)** C/2021 A1 (Leonard) ou Cometa Leonard é um cometa descoberto por Gregory J. Leonard, do Observatório de 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.

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.

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

(a) 1 (F), 2 (V), 3 (V), 4 (F), 5 (F)

(b) 1 (F), 2 (F), 3 (V), 4 (V), 5 (V)

(c) 1 (F), 2 (F), 3 (F), 4 (V), 5 (V)

(d) 1 (V), 2 (V), 3 (F), 4 (F), 5 (F)

(e) 1 (V), 2 (F), 3 (V), 4 (V), 5 (F)

Solução:

1. **Falso.** Como a ascensão reta do cometa está aumentando, ele está se movendo para o leste, pois, como sabemos, a ascensão reta cresce na direção leste.
2. **Falso.** O aglomerado globular M3 é um objeto de céu profundo (Deep-Sky Object, DSO), ou seja, está muito mais distante do que o cometa.
3. **Verdadeiro.** O ponto mais próximo da trajetória do cometa em relação ao Boieiro encontra-se ao norte de Arcturus.
4. **Verdadeiro.** Isso pode ser confirmado ao observar as bordas da constelação e os dias marcados ao longo da linha.
5. **Verdadeiro.** O ângulo horário cresce para o oeste, mas o cometa está se movendo para o leste.

Resposta: (b)

14. **(1 ponto)** 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 mais brilhante.

(b) 2,5 vezes menos brilhante.

(c) 5,0 vezes mais brilhante.

(d) 5,0 vezes menos brilhante.

(e) 10 vezes mais brilhante.

Solução:

Para determinar a relação de brilho entre as duas estrelas, usamos a equação de Pogson dada no enunciado. Substituímos os valores fornecidos: $m_1 = +1$ e $m_2 = +2$:

$$2 - 1 = -2,5 \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

$$1 = -2,5 \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

$$\frac{1}{-2,5} = \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

$$-0,4 = \log\left(\frac{F_2}{F_1}\right)$$

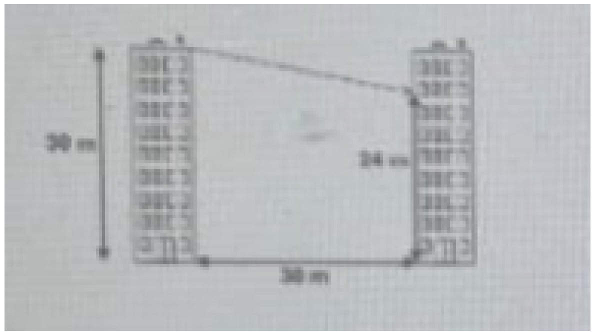
$$\frac{F_2}{F_1} = 10^{-0,4} \approx 0,4$$

$$\boxed{\frac{F_1}{F_2} \approx 2,5}$$

Logo, o fluxo (ou brilho) da estrela 1 é aproximadamente 2,5 vezes maior que o da estrela 2.

Resposta: (a)

15. **(1 ponto)**Em uma cidade do Hemisfério Norte, no dia do Solsticio de Inverno, ao meio-dia solar verdadeiro, parte da sombra de um edificio de 30 m sde altura incide sobre outro edificio ao lado. A separação entre os dois edifícios é de 30 m e a altura da sombra incidindo sobre o edificio adjacente é de 24 m. Os prédios foram construidos em um terreno plano e horizontal.



Assinale a opção que traz a latitude ϕ do lugar.

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

(a) 39,9

(b) 60,8

(c) 49,8

(d) 55,2

(e) 44,7

Solução:

Projetando a ponta mais alta da sombra incidente ao prédio no primeiro temos um triângulo retângulo de catetos 30 m e $30 - 24 = 6$ m. com isso podemos achar a altura do sol pelo ângulo da ponta da sombra com o topo do prédio faz com a horizontal (altura desprezível em efeitos de horizonte aparente).

$$\tan(h) = \frac{6}{30} = 0,2$$

com isso a altura h do Sol fica: $h = \tan^{-1}(0,2) = 11,3$ Podemos escrever, então:

$$h - \delta = 90 - \phi$$

Em que δ é a declinação do Sol que no Solstício de Inverno Norte vale $-23,5$. Logo, $\phi = 90 - 23,5 - 11,3 = 55,2$

Resposta: (d)

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

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

(a) 2h 42 min

(b) 1h 42 min

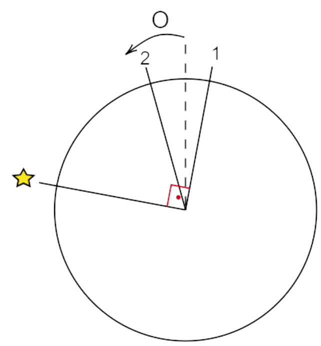
(c) 1h 8 min

(d) 3h 50 min

(e) 2h 8 min

Solução:

Para facilitar a resolução da questão, pode-se representar a situação no plano do Equador Celeste. Além disso, deve-se perceber que, para o Sol estar em seu poente, sua distância angular ao meridiano local é de 90° nesse plano:



Então, a diferença de tempo para o Sol se pôr nas duas localidades será igual à diferença de longitude entre elas. Portanto, essa diferença de tempo será:

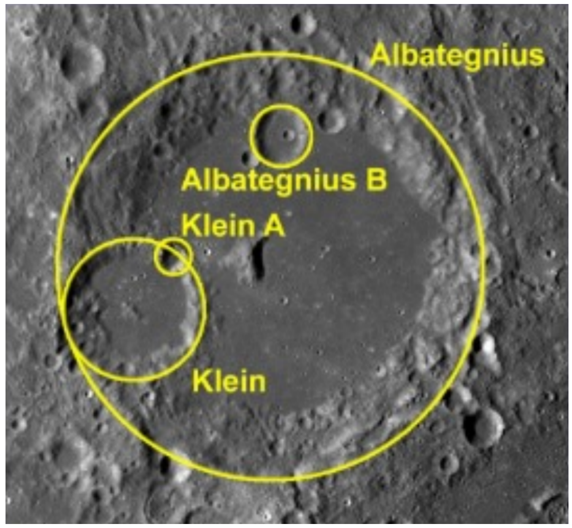
$$\Delta t = \frac{16^\circ\,51' + 8^\circ\,39'}{15} = 1,7\,\text{h}.$$

A divisão por 15 foi feita para converter graus em horas. Por fim, o tempo após o Sol se pôr até o avião chegar ao aeroporto 2 será:

$$\Delta t' = 3\,\text{h}\,50\,\text{min} - 1,7\,\text{h} = 2\,\text{h}\,8\,\text{min}.$$

Resposta: (e)

17. **(1 ponto)** 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 (859-929).
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 (1833-1914)



Baseao 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 quarto crateras.
III - É certo que Albategnius B se tornou ao mesmo tempo que a Klein.
IV - A Klein A se formou antes da Klein.
E verdadeiro:

(a) Nenhuma

(b) Somente a I

(c) Somente a II

(d) Somente a III

(e) Somente a IV

Solução:

I - É impossível que a Klein A seja a primeira a se formar, uma vez que se isso fosse verdade, quando o impacto que formou Albategnius ocorresse ele apagaria Klein. **Falsa**
II - Albategnius é, dentre as crateras destacadas, a mais antiga, uma vez que as outras se formaram sobre a sua área de impacto, ocorrendo então após o seu impacto. **Verdadeira**
III - Como as duas crateras não se intersectam é impossível afirmar qual a relação de tempo existente entre Albategnius B e Klein. **Falsa**
IV - Klein se formou antes de Klein A, uma vez que Klein A está sobreposta em relação à Klein, logo, formou-se depois. **Falsa**
Resposta: (c)

18. **(1 ponto)** 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 $\lambda_{lab} = 656,28$ nanometros. A respeito disso, assinale a opção que traz a afirmação correta sobre essa galáxia.

(a) Ela está formando estrelas.

(b) Ela é uma galáxia espiral.

(c) Ela está se aproximando de nós.

(d) Ela estä se afastando de nós.

(e) Ela está colidindo com outra galáxia.

Solução:

Do efeito Doppler, sabe-se que quando a fonte de um sinal (neste caso luminoso do H-alfa) está se afastando, sua frequência diminui e logo seu comprimento de onda aumenta, conforme situação descrita no enunciado. Portanto, podemos afirmar que a galáxia está se afastando.

Resposta: (d)

19. **(1 ponto)** 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 4 dias a mais, de 4 em 4 anos.

(c) Os anos bissextos passariam a ter 2 dias a mais, de 2 em 2 anos.

(d) Os anos bissextos passariam a ter 3 dias a mais, de 4 em 4 anos.

(e) Os anos bissextos passariam a ter 3 dias a mais, de 3 em 3 anos.

Solução:

Atualmente, com $365,25$ dias no ano, o ano bissexto ocorre porque a fração $0,25$ de dias extras de cada ano se acumula ao longo de 4 anos, resultando em $0,25 \times 4 = 1$ dia extra. Este dia extra é adicionado no calendário como o dia 29 de fevereiro.

Agora, supondo que o ano passe a ter $365,75$ dias, a parte não inteira do período orbital seria $0,75$ dias por ano. Essa fração se acumula ao longo dos anos e só resulta em um número inteiro quando multiplicada por múltiplos de 4, pois $0,75 = \frac{3}{4}$. Em 4 anos, o valor acumulado seria:

$$0,75 \times 4 = 3\,\text{dias}.$$

Portanto, os anos bissextos continuariam a ocorrer a cada 4 anos, mas, em vez de adicionar apenas 1 dia extra ao calendário, agora seriam adicionados 3 dias.

Resposta: (d)

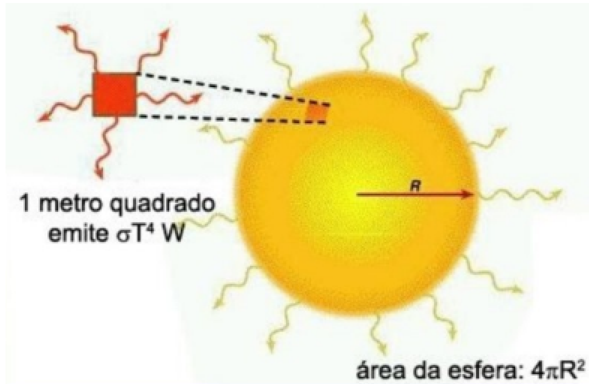
20. **(1 ponto)** Em 1879, o físico esloveno Jožef Stefan (1835-1893) deduziu, a partir de resultados experimentais, que a potência P (energia irradiada por segundo) de um corpo é diretamente proporcional à área A da superfície emissora deste corpo e também diretamente proporcional à sua temperatura 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.

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 sua temperatura superficial estará 10% maior do que a atual.

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

(a) Cerca de 10% maior

(b) Cerca de 50% maior

(c) Cerca de duas vezes maior

(d) Cerca de 30% maior

(e) Cerca de três vezes maior

Solução:

Na situação atual, que chamaremos de 1, a luminosidade do Sol é dada por:

$$L_1 = 4\pi R^2 \sigma T^4$$

Daqui a 1 bilhão de anos, na situação 2, a temperatura superficial aumentará em 10%, ou seja, será $1,1T$. A luminosidade, então, será:

$$L_2 = 4\pi R^2 \sigma (1,1T)^4 = 4\pi R^2 \sigma T^4 \cdot 1,1^4$$

$$L_2 \approx 1,5 \cdot 4\pi R^2 \sigma T^4 \approx 1,5 \cdot L_1$$

Comparando as duas luminosidades:

$$\boxed{\frac{L_2}{L_1} \approx 1,5}$$

Resposta: (b)