



Gabarito P1 Online

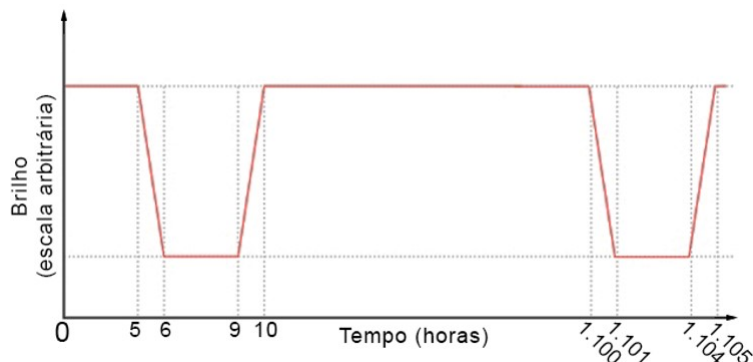
Instruções Gerais

1. Este é o gabarito extra-oficial da P1 das seletivas online, disponível no site da OBA no dia 20 de outubro de 2023. Esperamos que todos tenham ido bem!
2. Só pra deixar bem claro: esse gabarito não é o oficial feito pela OBA, ok?
3. Comentário sobre a P1: Assim como nos últimos anos, a primeira prova cobra mais assuntos conceituais sobre astronomia. Esse ano não foi diferente.

1. **(1 ponto)** Um exoplaneta, ou planeta extrassolar, é um planeta que orbita uma estrela além do nosso sistema solar. A existência de exoplanetas foi confirmada pela primeira vez na década de 1990 e, desde então, milhares deles foram descobertos. A detecção de exoplanetas é realizada por meio de diversos métodos, incluindo o método de trânsito, onde se observa a diminuição periódica do brilho da estrela quando o planeta passa entre a estrela e o observador.

Uma astrônoma, especializada em estrela do tipo solar, descobriu uma estrela idêntica ao nosso Sol, com o mesmo brilho e a mesma massa. Através do monitoramento do brilho desta estrela, esta cientista descobriu que esta estrela possuía um planeta.

A curva teórica que melhor se ajustou aos valores observacionais é mostrada no gráfico abaixo. A queda no brilho da estrela deve-se ao trânsito de um planeta que a orbita.



Com as informações contidas no gráfico, assinale a opção que traz o período orbital P_{orb} do planeta.

- (a) 1.105 horas
- (b) 1.102 horas
- (c) 1.100 horas
- (d) 555 horas
- (e) 1.095 horas

Solução:

A variação no brilho se dá pelo trânsito do planeta, ou seja, a passagem do planeta na frente da estrela quando observado da Terra. Dessa forma, o intervalo de tempo entre dois trânsitos será o período do exoplaneta. Para medir esse intervalo, é feita a diferença dos valores de tempo de dois pontos iguais em trânsitos diferentes. Assim, os pontos de início do trânsito compreendem a $t_0 = 5h$ e $t_1 = 1.100h$ e $T = t_1 - t_0 = 1.095h$

Alternativa: e) 1.095 horas

2. **(1 ponto)** Na fotomontagem, à esquerda, temos uma seqüência de fotos da Lua nascente. Sua trajetória aparente no céu faz um ângulo bem agudo ($< 20^\circ$) em relação ao horizonte. À direita temos as latitudes dos grandes círculos da Terra.

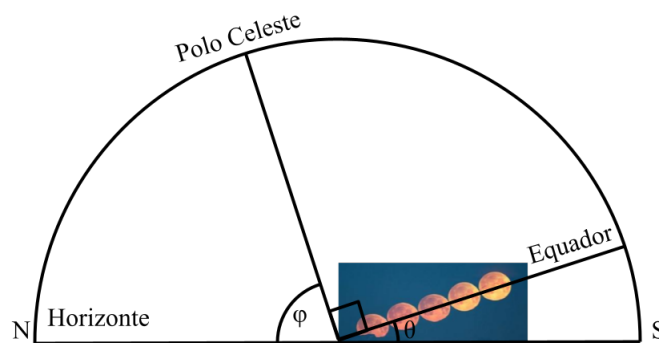


Através das informações dadas e de seus conhecimentos, assinale a opção que traz a localização geográfica do astrofotógrafo quando fez esta sequência.

- (a) Entre o Trópico de Capricórnio e o Círculo Polar Antártico
- (b) Entre o Polo Sul e o Círculo Polar Antártico
- (c) Entre o Polo Norte e Círculo Polar Ártico
- (d) Na Linha do Equador
- (e) Entre o Círculo Polar Ártico e o Trópico de Câncer

Solução:

Primeiramente, como se trata do nascer da lua, o observador está olhando para Leste, e portanto a sua direita é Sul e a esquerda Norte. Além disso, a trajetória da lua no céu durante seu nascer será paralela ao equador, visto que todos os astros fazem um movimento circular diário em torno do Polo Celeste. Com isso, é possível desenhar a seguinte figura



Pelo desenho, o polo celeste visível está na direção norte, portanto é o polo celeste norte e o observador está no hemisfério norte.

O ângulo entre a trajetória da lua até o horizonte é o mesmo que a do equador até o horizonte (θ), e a latitude é o ângulo do polo celeste visível até o horizonte. Assim

$$180^\circ = \phi + 90^\circ + \theta$$

$$\phi = 90^\circ - \theta$$

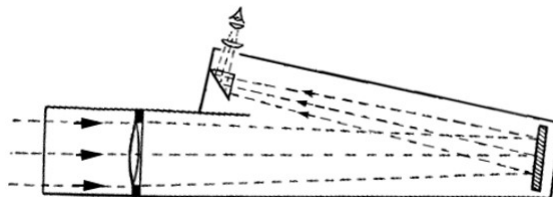
$$\phi = 90^\circ - 20^\circ = 70^\circ$$

Assim, a latitude é $70^\circ N$.

De acordo com a imagem do enunciado, a latitude $70^\circ N$ fica entre o Polo Norte e o Círculo Polar Ártico.

Alternativa: c) Entre o Polo Norte e Círculo Polar Ártico

3. (1 ponto) O desenho a seguir traz o esquema de um telescópio refrator, com lente objetiva de 8 polegadas de diâmetro e razão focal $f/14$.



Assinale a opção que traz a distância focal deste instrumento.

- (a) 203,2 cm
- (b) 284,5 cm
- (c) 112,0 cm
- (d) 140,0 cm
- (e) 88,8 cm

Solução:

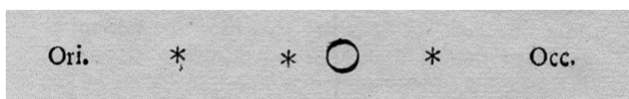
Para calcular a distância focal deve-se utilizar a relação $R_f = D_f/D$, ou seja, a razão focal é igual a distância focal dividida pelo diâmetro.

Portanto, basta realizar a reorganização algébrica $R_f \cdot D = D_f$ e substituir os valores (lembrando que uma polegada são 2.54cm aproximadamente).

$$14 \cdot (8 \cdot 2,56) = D_f = \boxed{284,48\text{cm}}$$

Alternativa: (b)

4. (1 ponto) Em 7 de janeiro de 1610, Galileu Galilei, utilizando uma luneta que ele mesmo construiu, apontou para o planeta Júpiter e escreveu em suas anotações que viu o planeta acompanhado de três estrelas fixas, totalmente invisíveis à vista desarmada devido à sua pequenez. A configuração que Galileu desenhou pode ser vista na reprodução a seguir:



Na noite seguinte, ao refazer esta observação, Galileu descobriu que Júpiter tinha se movido em relação a estas estrelas e, durante as noites seguintes observou que elas mudaram as suas posições em relação a Júpiter e entre si, enquanto acompanhavam Júpiter em seu movimento em relação às estrelas ao fundo.

Assinale a opção que descreve que objetos eram estes que Galileu descobriu próximos à Júpiter.

- (a) Objetos do Cinturão de Asteroides.
- (b) Estrelas próximas à Júpiter.
- (c) Outros planetas até então desconhecidos.
- (d) Cometas que acompanham Júpiter.
- (e) As luas de Júpiter.

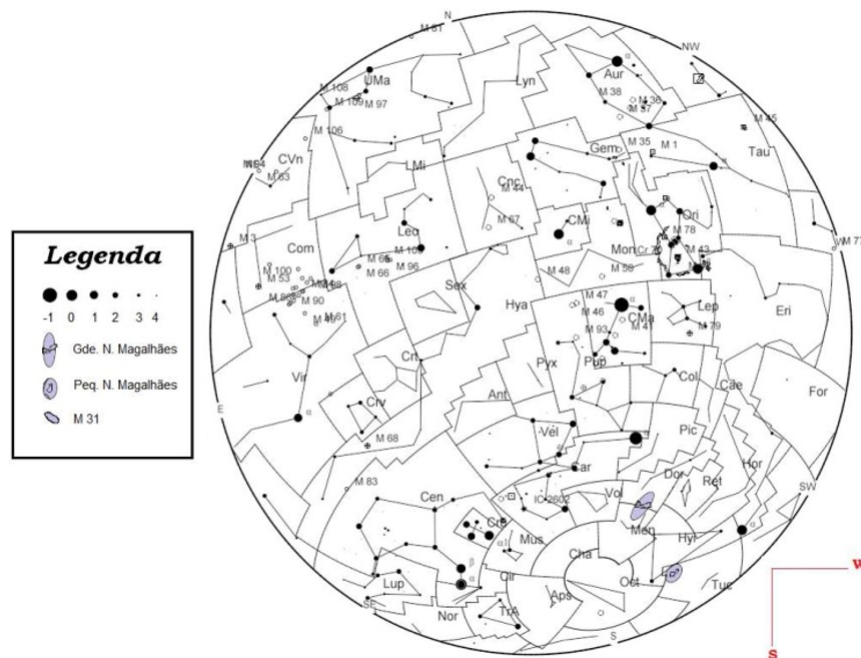
Solução:

Como os objetos descobertos próximos a Júpiter acompanham o planeta enquanto ele se move no céu, podemos afirmar que somente as alternativas (d) e (e) fazem sentido. Como os objetos também se movem um em relação aos outros, mas sempre acompanhando Júpiter, eles devem orbitar em torno do planeta, correspondendo às suas luas.

OBS.: Essa questão era facilmente resolvível se você lembrasse que Galileu foi responsável pela descoberta das luas Io, Europa, Ganimedes e Calisto.

Alternativa: (e)

5. (1 ponto) A Carta Celeste traz o céu de Belo Horizonte/MG, do dia 15 de março de 2020, às 0h (TU). Na carta podemos ver algumas estrelas mais brilhantes e o contorno de diversas constelações.



Baseado nesta Carta Celeste e em seus conhecimentos, avalie as seguintes afirmações e assinale a opção correta.

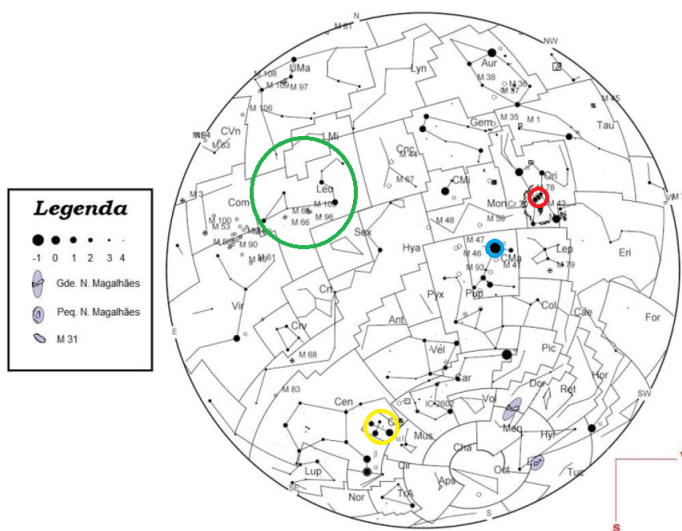
- I - As Três Marias estão visíveis.
- II - Sírius, a estrela mais brilhante do céu noturno, está visível.
- III - A Constelação do Leão pode ser vista por inteira.
- IV - A Constelação do Cruzeiro do Sul pode ser vista por inteira.

- (a) Apenas as afirmações I, II e IV estão corretas
- (b) Apenas as afirmações III e IV estão corretas
- (c) Todas as afirmações estão corretas
- (d) Apenas as afirmações I e IV estão corretas
- (e) Nenhuma afirmação está correta

Solução:

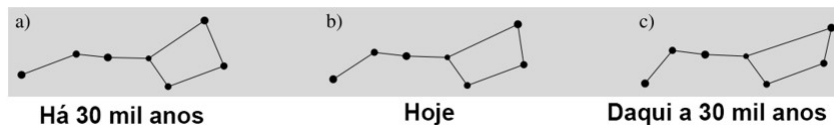
Pela figura a seguir, percebemos que todas as afirmações são verdadeiras. Temos a seguinte legenda:

- Três Marias: círculo vermelho
- Sírius: círculo azul
- Leão: círculo verde
- Cruzeiro do Sul: círculo amarelo



Alternativa: (c)

6. (1 ponto) As imagens mostram as sete estrelas mais brilhantes do asterismo conhecido como "Big Dipper" (da Constelação da Ursa Maior), como vistas há 30 mil anos, como as vemos hoje e como elas serão vistas daqui a 30 mil anos.



Assinale a alternativas que traz a explicação para esta “mudança de forma” deste asterismo.

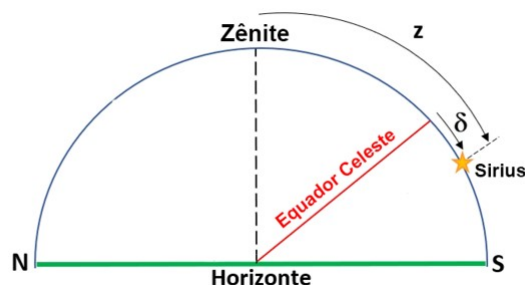
- (a) À precessão dos Equinócios
- (b) À paralaxe estelar
- (c) À evolução estelar
- (d) Ao movimentos próprio das estrelas
- (e) À expansão acelerada do Universo

Solução:

A mudança no formato das constelações pode ser explicada pelo movimento das estrelas, já que, como cada uma tem uma velocidade diferente, se movimentará uma quantidade diferente com o passar do tempo, alterando o formato da constelação no céu noturno.

Alternativa: (d)

7. (1 ponto) Um observador no Hemisféio Norte vê a estrela Sirius ($\delta_{\text{Sirius}} = -16^{\circ}43'24.6''$) passar pelo seu meridiano astronômico a uma distância zenital $z = 39^{\circ}5'34.4''$ e azimute $A = 180^{\circ}$, contado a partir do Norte para Leste, conforme o esquema abaixo.



Assinale a alternativas que traz a latitude geográfica na qual se encontra o observador.

- (a) $22^{\circ} 22' 9,8''$
- (b) $27^{\circ} 54' 29,5''$
- (c) $55^{\circ} 48' 59''$
- (d) $32^{\circ} 25' 14,2''$
- (e) $16^{\circ} 43' 24,6''$

Solução:

Como o ângulo entre o equador celeste e o zênite é igual à latitude ϕ do observador, podemos escrever

$$\phi = z - |\delta| = 22^\circ 22' 9,8''$$

Alternativa: (a)

8. **(1 ponto)** Este gráfico mostra a altitude orbital da Estação Espacial Internacional (ISS) durante um ano, de junho de 2021 a junho de 2022. Estão claramente visíveis as impulsões que rapidamente aumentam a altitude e o gradual decaimento entre elas. A altitude é a de uma órbita média e o gradual decaimento é causado pela resistência imposta pela atmosfera. Como pode ser visto no gráfico, a taxa de decaimento não é constante e essa variação é causada pelas mudanças na densidade da tênue camada de atmosfera exterior devido principalmente à atividade solar.

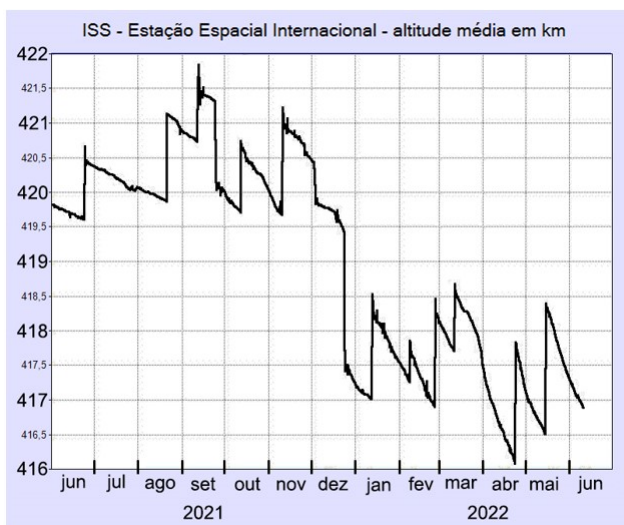


Imagem: heavens-above.com (adaptada).

- Baseado no texto e no gráfico, analise as afirmações a seguir e depois assinale a opção correta.
- I - No período, a altitude da ISS ficou entre 416,5 km e 422 km.
 - II - A partir de novembro de 2021, a altitude da ISS só decresceu.
 - III - O atrito entre a ISS e a atmosfera exterior é a causa do decaimento gradual de sua altitude.
 - IV - A atividade solar tem influência na intensidade do decaimento de altitude da ISS.
- (a) Nenhuma afirmação está correta
 - (b) Todas as afirmações estão corretas
 - (c) Somente as afirmações I e IV estão corretas
 - (d) Somente as afirmações III e IV estão corretas
 - (e) Somente as afirmações I e II estão corretas

Solução:

I - Perceba que, embora tenha ficado levemente ambígua, os valores dados na frase funcionam como "limite" do intervalo de altitude da ISS. Daí, essa afirmação se torna **falsa**, uma vez que a ISS não atinge altitude 422 km, nem chega a ter 416,5 km de altitude.

II - Essa é claramente **falsa**, já que, mesmo depois de novembro de 2021, a ISS tanto desceu quanto subiu.

III - Como explicado no texto, essa é **verdadeira**.

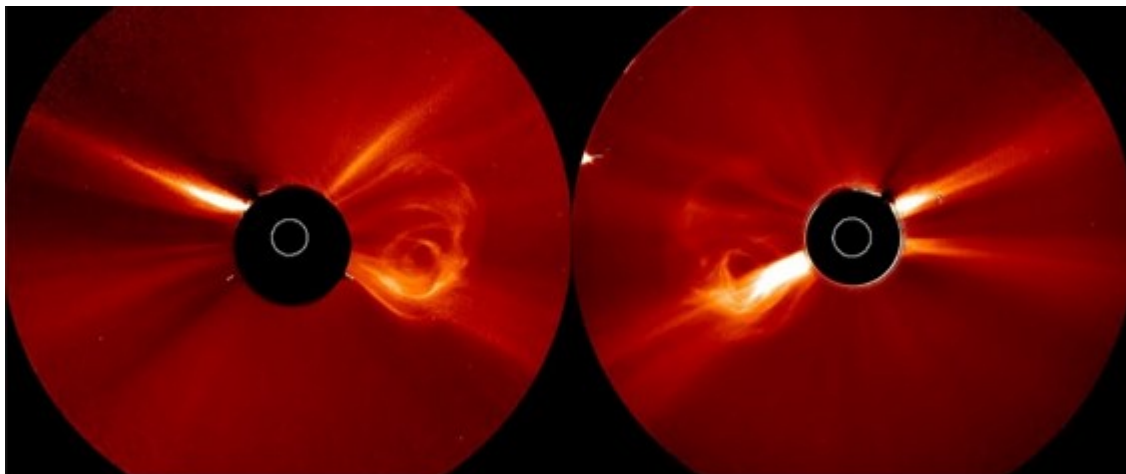
IV - Como explicado no texto, essa é **verdadeira**.

Alternativa: (d)

9. (1 ponto) Uma ejeção de massa coronal (EMC) é uma grande ejeção de plasma e campo magnético da coroa solar. A coroa solar é a camada mais externa da atmosfera solar, que se estende por milhões de quilômetros do Sol.

As EMCs podem causar perturbações na magnetosfera da Terra (tempestades geomagnéticas), que pode levar a danos em satélites e sistemas de comunicação. As EMCs também podem causar auroras, que são luzes coloridas que tendem a ocorrer entre o polo geográfico local e o seu correspondente círculo polar.

A imagem a seguir traz uma ejeção de massa coronal, que ocorreu em 24 de maio de 2010, às 16h00, registrada pelas duas espaçonaves STEREO, separadas por cerca de 120° de longitude; (esquerda) STEREO-A/COR2 e (direita) STEREO-B/COR2. Nestas imagens o SOL, que está por trás de um anteparo, está representado pela circunferência branca no centro do anteparo.



Considere que esta EMC deu início a uma grande tempestade geomagnética no dia 26 de maio, às 14h12.

Assinale a opção que traz a velocidade média do plasma solar na sua viagem do Sol até a Terra, em termos de porcentagem da velocidade da luz.

Para facilitar a conta, considere que as partículas do plasma viajaram em linha reta, a distância Sol-Terra de $D_{ST} = 149.688.000$ km e que a velocidade da luz vale $c = 300.000$ km/s

- (a) 0,3 %
- (b) 0,9 %
- (c) 0,1 %
- (d) 0,5 %

(e) 0,7 %

Solução:

Primeiramente, precisamos determinar quanto tempo se passou desde a ejeção de massa coronal (EMC) até o início da tempestade geomagnética. Sabendo que a EMC ocorreu dia 24 de maio de 2010, às 16h00, e que a tempestade geomagnética iniciou-se em 26 de maio de 2010, às 14h12, temos que:

$$\Delta t = 8h + 24h + 14h 12min$$

$$\Delta t = 46h 12min = 166.320 \text{ s}$$

Agora, sabemos que a velocidade média do plasma será dada por:

$$v = \frac{D_{ST}}{\Delta t}$$

$$v = \frac{149.688.000}{166.320} = 900 \text{ km/s}$$

Em termos da velocidade da luz, temos que:

$$\frac{v}{c} = \frac{900}{300.000} = 0,003 = 0,3\%$$

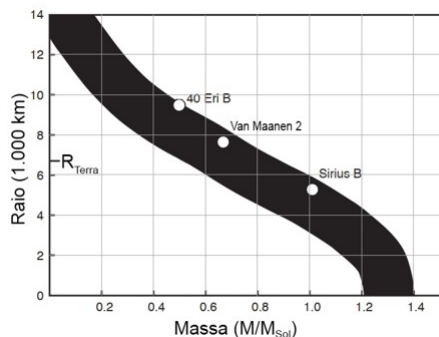
Alternativa: (a)

10. (1 ponto) O estudo sobre anãs brancas iniciou-se em 1850 com a descoberta da estrela secundária de Sirius, chamada Sirius B. Observou-se ser uma estrela 10.000 vezes menos luminosa do que Sirius A, mas com uma massa de 0.98 massa solar. Sua temperatura, senda da ordem de 10.000K, seu raio deveria ser extremamente pequeno. Como estrelas com essa temperatura externa são brancas, esse tipo de estrela passou a ser chamado de anã branca.

Até 1917 três estrelas com características de anãs brancas eram conhecidas: Sirius B, 40 Eridani B e Van Maanen 2.

Sirius B foi visualizado pela primeira vez em 1862, pelo norte-americano Alvan Graham Clark Jr. (1832-1897), fabricante de telescópios, 40 Eridani B (40 Eri B) foi descoberta em 1914 pelo também norte-americano Henry Norris Russel (1877-1957) e Van Maanen 2 foi descoberta em 1917 pelo astrônomo holandês-americano Adiaan van Maanen.

Entre 1931 e 1939, Subrahmanyan Chandrasekhar (1910-1995) construiu modelos rigorosos descrevendo a estrutura destas estrelas. O gráfico a seguir traz relações massa-raio, segundo estes modelos. A espessura da linha traduz as incertezas dos modelos e na composição exata das anãs brancas. As três primeiras anãs brancas descobertas são mostradas no diagrama, assim como o raio da Terra.



Baseado neste gráfico e em seus conhecimentos, avalie as seguintes afirmações e assinale a opção correta.

I - Agora com o poderoso telescópio James Webb seremos capazes de descobrir anãs brancas com 1,5 vezes a massa do Sol ou até mais massivas.

II - Uma anã branca com a mesma massa do Sol é menor do que a Terra.

III - Uma anã branca com metade da massa do Sol pode ter 10 vezes o tamanho da Terra.

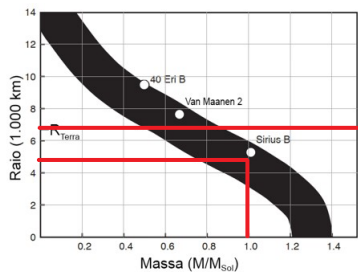
IV - A anã branca Van Maanen 2 tem mais massa e é maior do que 40 Eri B.

- (a) Somente a afirmação I está correta.
- (b) As afirmações I e II estão corretas.
- (c) As afirmações II e IV estão corretas.
- (d) As afirmações III e IV estão corretas.
- (e) Somente a afirmação II está correta.

Solução:

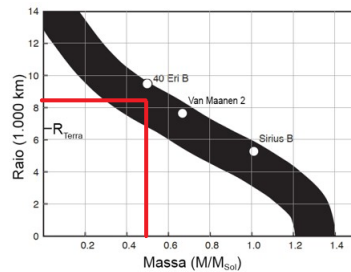
I - Analisando o gráfico, podemos ver que para anãs brancas de massas em torno de $1,4 M_{\odot}$ o raio será 0, e que para estrelas de massas maiores o raio deveria ser menor que 0. Porém, como um raio negativo é **impossível**, essa é a maior massa que uma anã branca pode atingir. Chamada de Limite de Chandrasekhar, ela representa a maior massa que uma anã branca pode ter de forma estável. Caso a massa supere esse limite, a estrela irá colapsar. Dessa forma, não é possível visualizar anãs brancas de massas iguais ou superiores a $1,5 M_{\odot}$, independentemente do telescópio utilizado. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

II -



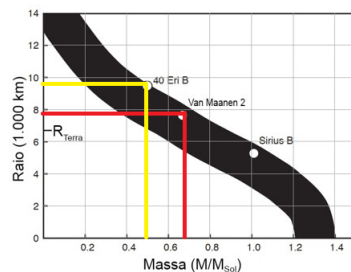
Traçando na figura os raios da Terra e da anã de massa igual ao Sol, podemos ver que a anã branca de $1 M_{\odot}$ tem raio menor que o raio terrestre. Portanto, a afirmativa é **verdadeira**.

III -



Traçando na figura o raio (aproximado) de uma anã branca com metade da massa do Sol, podemos ver que seu raio será um pouco maior que 8000 km. Como o raio da Terra mede cerca de 6400 km (podemos ver na figura), fica claro que a anã branca de $0,5 M_{\odot}$ é bem menor que 10 vezes a Terra. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

IV -



Podemos ver na figura que a anã branca Van Maanen 2 (traçado vermelho), comparada a anã branca 40 Eri B (traçado amarelo), possui massa maior, porém raio menor. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

Alternativa: (e)

11. (1 ponto) A lua 2 de um exoplaneta gigante tem um período orbital $P_2 = 6$ dias e 6 horas, mantendo uma distância planetocêntrica de 15,0 vezes o raio do exoplaneta. Assinale a alternativa que traz o período orbital da lua 1 (P_1), que orbita este exoplaneta a uma distância de 2,4 raios planetários. Considere as órbitas circulares.
- (a) 48,0 horas
 - (b) 19,2 horas
 - (c) 44,2 horas
 - (d) 9,6 horas
 - (e) 24,0 horas

Solução:

A 3ª Lei de Kepler estabelece uma relação entre o período orbital e o semi-eixo maior da órbita, de modo que, para todos os corpos orbitando um mesmo astro, é válido que:

$$\frac{P^2}{a^3} = \text{Constante}$$

Dessa forma temos que:

$$\frac{P_1^2}{a_1^3} = \frac{P_2^2}{a_2^3}$$

Do enunciado temos que $P_2 = 6$ dias e 6 horas = 150 horas, $a_2 = 15R$ e $a_1 = 2,4R$, logo:

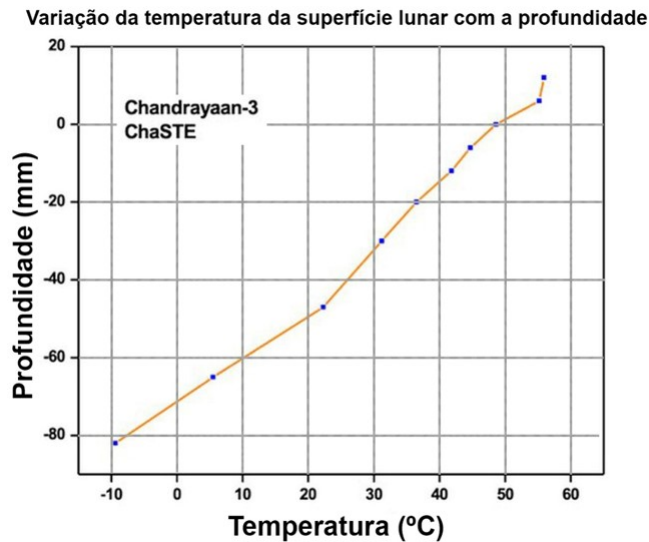
$$\frac{P_1^2}{(2,4R)^3} = \frac{150^2}{(15R)^3}$$

$$P_1^2 = 150^2 \cdot \left(\frac{2,4}{15}\right)^3$$

$$P_1 = 150 \cdot \sqrt{\left(\frac{2,4}{15}\right)^3} = 9,6 \text{ horas}$$

Alternativa: (d)

12. (1 ponto) A Chandrayaan-3 é a terceira missão de exploração lunar da Organização Indiana de Pesquisa Espacial (ISRO) e consiste em um módulo de pouso chamado Vikram e o rover chamado Pragyan. A bordo do Vikram se encontra o instrumento ChaSTE (Chandra's Surface Thermophysical Experiment ou Experimento Termofísico de Superfície), equipado com uma sonda sensora de temperatura armada com um mecanismo de penetração controlada que é capaz de atingir uma profundidade de 10 centímetros abaixo da superfície da Lua. O gráfico a seguir ilustra as variações de temperatura da superfície lunar e próxima à superfície em varias profundidades, conforme registradas durante a penetração da sonda, em 27 de agosto de 2023. Este é o primeiro perfil desse tipo para o Polo Sul Lunar.



Baseado neste gráfico, avalie as seguintes afirmações e assinale a opção correta.

I - A 30mm de profundidade a temperatura do solo lunar é de , aproximadamente, 30°C, então podemos afirmar que, no local de pouso do módulo, a taxa média de resfriamento do solo lunar é de 1°C/mm.

II - Na superfície da Lua (onde o módulo de pouso está localizado), a temperatura é de, aproximadamente, 50°C.

III - Podemos afirmar que, no local de pouso do módulo, a taxa medida de resfriamento do solo lunar é de cerca de 7,5°C/cm.

IV - Somente a 60mm de profundidade a temperatura do solo ficou abaixo de 0°C.

- (a) Apenas a afirmação I está correta
- (b) As afirmações I, II e IV estão corretas
- (c) As afirmações II, III e IV estão corretas
- (d) Apenas a afirmação II está correta
- (e) As afirmações II e III estão corretas

Solução:

I - Do gráfico, vemos que na profundidade -30 mm a temperatura é aproximadamente 30°. A temperatura na superfície é de cerca de 50°, assim o resfriamento em média é de $\frac{50-30}{30} = 0,67^\circ\text{C}/\text{mm}$. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

II - A temperatura na profundidade de 0 mm é aproximadamente 50°, portanto a afirmativa é **verdadeira**.

III - O resfriamento médio é dado pela variação de temperatura dividida pela variação de profundidade. Assim, utilizando, os pontos do gráfico, temos que o resfriamento é aproximadamente 7,5°C/cm. Portanto, a afirmativa é **verdadeira**.

IV - A temperatura fica abaixo de 0 somente a 70mm de profundidade, portanto a afirmativa é **falsa**.

Alternativa: (e)

13. (1 ponto) Um fotômetro fotoelétrico é um dispositivo utilizado para medir a intensidade de luz ou radiação eletromagnética em diferentes comprimentos de onda. Ele funciona convertendo a luz incidente em corrente elétrica por meio do efeito fotoelétrico, permitindo a quantificação da energia luminosa recebida. É comumente utilizado em pesquisas científicas, astronomia, fotografia e em aplicações industriais, como controle de qualidade e espectroscopia.

Suponha que um fotômetro fotoelétrico acoplado a um telescópio A registra 100.000 contagens de fótons vindos de uma estrela em 1 segundo, já descontadas as contagens do ruído do detector e do céu.

Em condições idênticas de observação, detecção e registro, e admitindo não haver perdas significativas entre telescópios, este mesmo fotômetro é acoplado a:

- i) um telescópio B com a mesma distância focal do telescópio A, porém com o triplo da sua abertura.
- ii) um telescópio C com a mesma abertura do telescópio A, porém com o dobro da sua distância focal.

Assinale a opção que traz, respectivamente, o número de contagens por segundo para os telescópios B e C.

- (a) 900.000 contagens/s e 100.000 contagens/s
- (b) 300.000 contagens/s e 100.000 contagens/s
- (c) 300.000 contagens/s e 50.000 contagens/s
- (d) 900.000 contagens/s e 200.000 contagens/s
- (e) 100.000 contagens/s e 200.000 contagens/s

Solução:

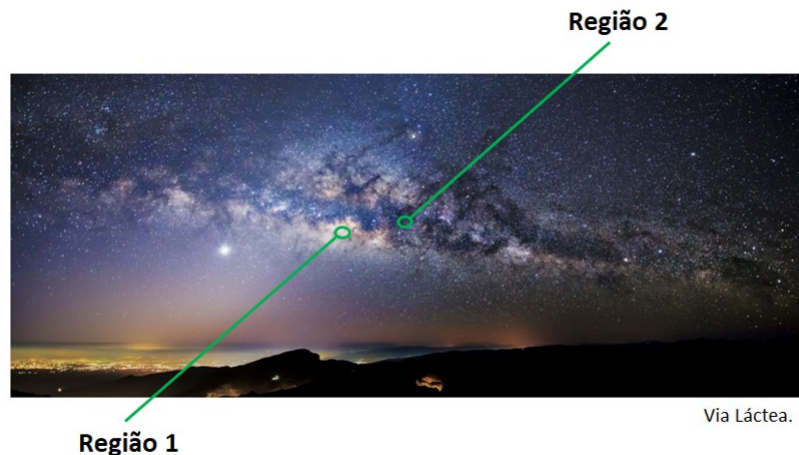
A quantidade de luz que um telescópio coleta é proporcional à sua área coletora, ou seja, proporcional ao quadrado de sua abertura.

Analisando o telescópio B, observa-se que ele possui o triplo de sua abertura, e como $3^2 = 9$, ele obterá 9 vezes as contagens do primeiro, ou seja, 900.000 contagens por segundo.

Já analisando o telescópio C, observa-se que ele possui a mesma abertura do que o A, e, portanto, obterá o mesmo número de contagens.

Alternativa: (a)

14. (1 ponto) A imagem abaixo compara duas regiões do núcleo da Galáxia (Via Láctea) quando observadas na região visível do espectro eletromagnético em uma noite de céu limpo.



Assinale a alternativas que contém a informação correta.

- (a) A diferença de brilho entre as regiões 1 e 2 se explica pelo fato da região 1 estar mais perto de nós e, portanto, parecer mais brilhante para nós.
- (b) A diferença de brilho entre as regiões 1 e 2 se explica pelo fato da região 2 possuir estrelas mais antigas, portanto menos luminosas.
- (c) A diferença de brilho entre as regiões 1 e 2 se explica pelo fato da região 1 ser mais populosa em estrelas do que a região 2.
- (d) A diferença de brilho entre as regiões 1 e 2 se explica pelo fato da região 2 ser mais rica em matéria do meio interestelar, como gás e poeira, que bloqueiam a luz das estrelas vinda do núcleo galáctico.
- (e) A diferença de brilho entre as regiões 1 e 2 se explica pelo fato da região 1 possuir estrelas mais quentes, portanto mais luminosas.

Solução:

Uma vez que ambas as regiões 1 e 2 estão no centro da galáxia, é natural concluirmos que foram formadas quase ao mesmo tempo e têm a mesma distância, aproximadamente. Tais fatos já eliminam as alternativas A e B. Uma vez que se formaram ao mesmo tempo e na mesma região, as estrelas devem ser parecidas, bem como a sua densidade populacional (já que, tempo e densidade de matéria são os fatores mais importantes para o número de estrelas. Isso elimina os itens E e C, o que nos deixa com o item D.

Alternativa: (d)

15. (1 ponto) Acredita-se que as estrelas se formam dentro de grandes nuvens interestelares densas, localizadas principalmente nos braços espirais da Galáxia. Sob a sua própria gravidade, uma nuvem começa a contrair-se e a fragmentar-se em partes que se tornarão protoestrelas. As observações parecem indicar que as estrelas não se formam individualmente, mas em grupos maiores. Estrelas jovens são encontradas em aglomerados abertos, normalmente contendo algumas centenas de estrelas que devem ter se formado quase que ao mesmo tempo. Cálculos teóricos confirmam que a formação de estrelas únicas é quase impossível. Uma nuvem interestelar só pode contrair-se se a sua massa for suficientemente grande para que a gravidade

supere a pressão. Já na década de 1920, James Hopwood (1877-1946), físico, astrônomo e matemático britânico, calculou que uma nuvem interestelar com uma certa temperatura e densidade só poderia condensar se a sua massa fosse suficientemente elevada. Se a massa for muito pequena, a pressão do gás é suficiente para evitar a contração gravitacional. Esta massa, conhecida como Massa Limite de Jeans (M_J), pode ser calculada, aproximadamente, pela seguinte fórmula, em termos de massas solares (M_{Sol}) :

$$M_J \approx 3 \times 10^4 \sqrt{\frac{T^3}{n}} M_{Sol}$$

onde n é a densidade da nuvem, em átomos/ m^3 , e T a temperatura, em K. Considere que em uma nuvem interestelar de hidrogênio neutro tenhamos, tipicamente, $n = 10^6$ átomos/ m^3 e $T = 100K$. Sendo assim, assinale a opção que traz a Massa Limite de Jeans, aproximada, para esta nuvem interestelar.

- (a) $30 M_{Sol}$
- (b) $300 M_{Sol}$
- (c) $30.000 M_{Sol}$
- (d) $3.000 M_{Sol}$
- (e) $300.000 M_{Sol}$

Solução:

Para essa questão, basta substituir os valores dados na fórmula do enunciado. Logo:

$$M_J = 3 \times 10^4 \sqrt{\frac{(100)^3}{10^6}} M_{Sol}$$

ou seja

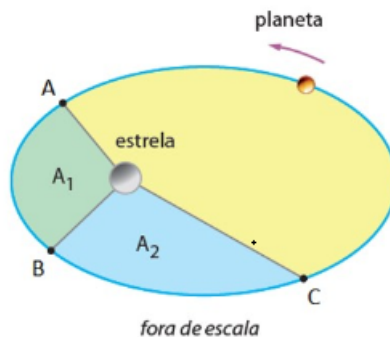
$$M_J = 3 \times 10^4 \sqrt{\frac{10^6}{10^6}} M_{Sol}$$

logo

$$M_J = 30.000 M_{Sol}$$

Alternativa: (c)

16. **(1 ponto)** A figura abaixo mostra a órbita elíptica, fora de escala, de um planeta hipotético em torno de sua estrela. Considere que o período de translação desse planeta é \mathbf{P} e o intervalo de tempo necessário para que percorra o arco AB é $\mathbf{P}/6$.



Sabendo que as áreas A_1 e A_2 são iguais, pode-se afirmar que o intervalo de tempo necessário para que o planeta percorra o arco CA é:

- (a) $3P/4$
- (b) $P/6$
- (c) $2P/3$
- (d) $P/3$
- (e) $3P/5$

Solução:

Nesse caso, utilizaremos a 2ª Lei de Kepler para relacionar as áreas e os períodos. Com as informações do enunciado, podemos calcular a área percorrida pelo arco CA da seguinte maneira:

$$A_1 + A_2 + A_{CA} = A$$

Como $A_2 = A_1$, teremos:

$$A_{CA} = A - 2A_1$$

mas, pela 2ª Lei de Kepler:

$$\frac{A}{P} = \frac{6A_1}{P}$$

ou seja:

$$A_1 = \frac{A}{6}$$

tal que:

$$A_{CA} = \frac{2A}{3}$$

Utilizando a 2ª Lei de Kepler novamente:

$$\frac{A_{CA}}{\Delta t} = \frac{A}{P}$$

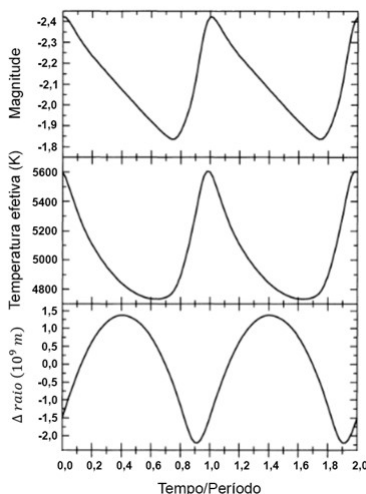
logo, substituindo os valores, obtemos que

$$\Delta t = \frac{2P}{3}$$

Alternativa: (c)

17. (1 ponto) Uma estrela variável é uma estrela cuja magnitude aparente (o brilho observado aqui da Terra) varia com o tempo. Essa variação pode ser uma propriedade intrínseca da estrela, quando sua luminosidade realmente varia. Um exemplo dessa variação são as estrelas pulsantes: estrelas cujo tamanho varia, radialmente ou não radialmente.

A figura a seguir exemplifica um modelo teórico de pulsação, em que podemos ver a correspondência entre as variações de magnitude e as variações de temperatura efetiva (em K), de seu raio (Δr) em função do período de pulsação da estrela.



Baseado nesse gráfico e em seus conhecimentos, avalie as seguintes afirmações e assinale a opção correta.

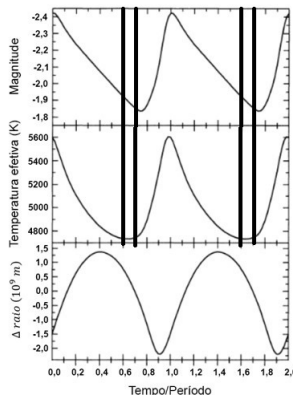
- I - Quando a estrela atinge seu raio máximo, seu brilho também é máximo.
- II - Quando a estrela atinge sua temperatura efetiva mínima, seu brilho também é mínimo.
- III - Quando a estrela atinge seu raio mínimo, a temperatura efetiva é máxima.
- IV - A estrela atinge seu brilho máximo quase ao mesmo tempo em que sua temperatura efetiva também é máxima.

- (a) Somente a afirmação III está correta
- (b) As afirmações II e III estão corretas
- (c) Somente a afirmação IV está correta
- (d) As afirmações I e IV estão corretas
- (e) As afirmações II, III e IV estão corretas

Solução:

I - O raio máximo da estrela ocorre quando Δr é máximo, que acontecem por volta de 0,4 e 1,4. Analisando o gráfico da magnitude nesses pontos, podemos ver que correspondem a pontos intermediários de brilho (nem máximo, e nem mínimo). Portanto, a afirmativa é **falsa**.

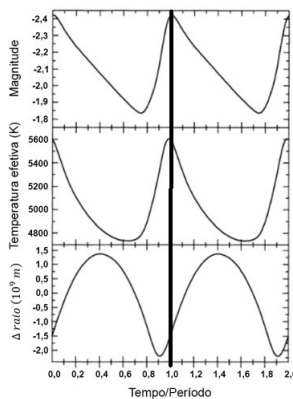
II -



Como o gráfico é quase plano em sua base, podemos considerar que a temperatura mínima ocorre nos intervalos delimitados. Podemos, então, ver que a magnitude máxima, e consequentemente o brilho mínimo, não ocorrem ao mesmo tempo que a temperatura mínima. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

III - Traçando a linha que corresponde ao tempo em que a temperatura máxima acontece, podemos ver que, embora seja quase ao mesmo tempo, não podemos dizer que o raio mínimo acontece simultaneamente com a temperatura máxima. Portanto, a afirmativa é **falsa**.

IV -



Pela marcação podemos ver que a magnitude mínima $(-2,4)$, e portanto o brilho máximo, corresponde quando a temperatura também é máxima. Assim, a afirmativa é **verdadeira**. Portanto, a única afirmativa verdadeira é a **IV**.

Alternativa: (c)

18. (1 ponto) Meoto Iwa são duas rochas no mar de Futami, em Mie-ken na cidade de Ise, no Japão. As duas rochas são consideradas divinas e símbolo do casamento para a religião xintoísta. Por isso são apelidadas de "Rochas Casadas". Elas são extremamente populares, pois casais vêm de toda parte do Japão para rezar diante das duas divindades na esperança de que seu casamento seja tão forte e duradouro.

No dia do Solstício de Verão do Hemisfério Norte, é possível ver através das Rochas Casadas o Sol nascendo perfeitamente alinhado com o cume do famoso Monte Fuji, um vulcão que ainda está ativo.



Fonte: Jawashj 2006.

Baseado nas informações fornecidas e em seus conhecimentos, avalie as afirmações a seguir e assinale a opção correta. Considere, em cada afirmação, que o observador estará sempre mantendo este mesmo ponto de vista.

- I - Uma semana antes do Solstício de Verão o Sol nasce à esquerda do cume do Monte Fuji.
- II - Quando ocorrer o Solstício de Inverno este alinhamento se repetirá.
- III - Este alinhamento acontece duas vezes por ano.
- IV - O cume do Monte Fuji e as rochas casadas estão alinhados com a direção Leste-Oeste.

- (a) Nenhuma afirmativa está correta
- (b) As afirmativas II e III estão corretas
- (c) Apenas a afirmativa IV está correta
- (d) Apenas a afirmativa I está correta
- (e) As afirmativas I e IV estão corretas

Solução:

I - Uma semana antes do Solstício de Verão, a declinação do Sol será menor do que $23^{\circ}23'$ e, então ele estará mais distante do Polo Norte Celeste. Assim, como estamos olhando para o Leste na imagem, aproximadamente à nossa esquerda está o Norte. Como o Sol se distanciará angularmente do Polo, ele nascerá mais a direita com um azimute maior (em direção ao Sul). Portanto a afirmativa é **falsa**.

II - Como esse alinhamento ocorre no Solstício de Verão, no Solstício de Inverno o Sol nascerá bem mais a direita do Monte Fuji, bem mais próximo ao Sul. Assim, afirmativa **falsa**.

III - Uma vez que o Solstício de Verão ocorre em somente um dia do ano, esse alinhamento não voltará a repetir. A afirmativa é **falsa**.

IV - Esse item não pode ser verdadeiro pois o cume do Monte Fuji não está na direção leste: ele está com um azimute menor que 90° (medido a partir do Norte). Caso contrário, não teria como haver alinhamento no Solstício de Verão. O cume e as rochas estariam alinhados com o Leste-Oeste somente se esse alinhamento do Sol fosse visto nos Equinócios, dias quando o Sol nasce exatamente no Ponto Cardeal Leste. Logo ela é **falsa**.

Alternativa: (a)

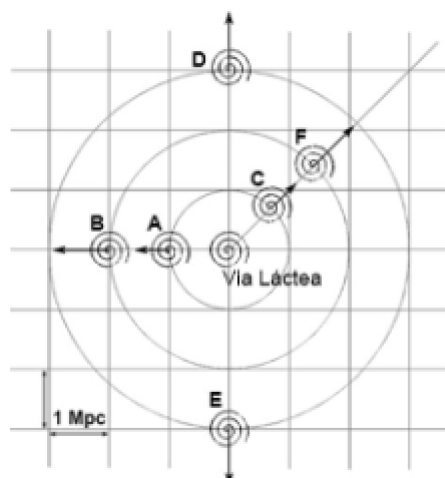
19. (1 ponto) A velocidade de recessão das galáxias é a velocidade com que as galáxias estão se afastando umas das outras. Essa velocidade é proporcional a distância entre as galáxias. A constante de Hubble, H_0 , é uma constante de proporcionalidade que representa a taxa de expansão do universo.

A Lei de Hubble afirma que a velocidade v de recessão de uma galáxia é proporcional à sua distância d até a Terra, medida em megaparsecs (Mpc). Essa relação é expressa pela equação:

$$v_0 = H_0 \times d$$

O valor mais aceito atualmente da Constante de Hubble é $H_0 = 72 \text{ km/s/Mpc}$.

Suponha que 6 galáxias (A,B,C,D,E e F) se encontrem distribuídas em torno da Via Láctea segundo a figura seguinte. Por simplicidade, considere todas no mesmo plano da Via Láctea e despreze o movimento próprio das galáxias.



Assinale a opção que traz as velocidades, respectivamente, do centro da Via Láctea e do centro da galáxia C, medida por um hipotético observatório astronômico localizado no centro da galáxia F.

Nota: velocidade positiva significa afastamento e velocidade negativa significa aproximação.

- (a) -144 km/s e 72 km/s .
- (b) -216 km/s e 288 km/s .
- (c) 144 km/s e -72 km/s .
- (d) 72 km/s e 144 km/s .
- (e) 144 km/s e 72 km/s .

Solução:

Nesse caso, percebemos que, pela imagem, a distância entre o centro da galáxia F e o centro da Via Láctea é de 2 Mpc e a distância entre os centros das galáxias F e C é de 1 Mpc. Uma vez de posse dessas distâncias, podemos utilizar a Lei de Hubble para determinar que:

$$v_{VF} = 72 \times 2 = 144 \text{ km/s}$$

e

$$v_{CF} = 72 \times 1 = 72 \text{ km/s}$$

O que, analisando as alternativas, pode ser representado pelo item e.

Alternativa: (e)

20. (1 ponto) Um jovem e interessado estudante de Astronomia foi para o campo observar o firmamento e aprofundar seus conhecimentos. Na primeira noite, às 22 horas, estando de frente para o norte ele verifica que a Lua se encontra à sua direita bem próxima ao horizonte.

i) Ele está observando o nascer ou ocaso da Lua?

No dia seguinte, nosso astrônomo mirim sai novamente para mais uma noite de observação.

ii) No mesmo horário, posicionando-se novamente no mesmo ponto, de frente para o norte, este atento observador verá a Lua?

iii) Onde estará a Lua?

Marque a única alternativa que contém as respostas corretas, respectivamente, às perguntas.

- (a) (i) ocaso da Lua; (ii) verá a Lua; (iii) no horizonte
- (b) (i) nascer da Lua; (ii) verá a Lua; (iii) numa posição acima do horizonte
- (c) (i) nascer da Lua; (ii) não verá a Lua; (iii) a Lua estará abaixo do horizonte
- (d) (i) ocaso da Lua; (ii) verá a Lua; (iii) numa posição acima do horizonte
- (e) (i) nenhum dos dois; (ii) verá a Lua; (iii) a Lua estará no zênite do observador

Solução:

Como o observador está de frente para o norte, à sua direita está a direção leste. Uma vez que sabemos que a Lua nasce leste, estamos diante do **nascer da lua**.

Sabemos que a Lua nasce cada dia 48 minutos mais tarde, devido à sua órbita possuir o mesmo sentido da rotação da Terra. Então, nesse dia, às 22h00, **não será possível ver a Lua** porque ela ainda não terá nascido e, portanto, **estará abaixo do horizonte**.

Alternativa: (c)