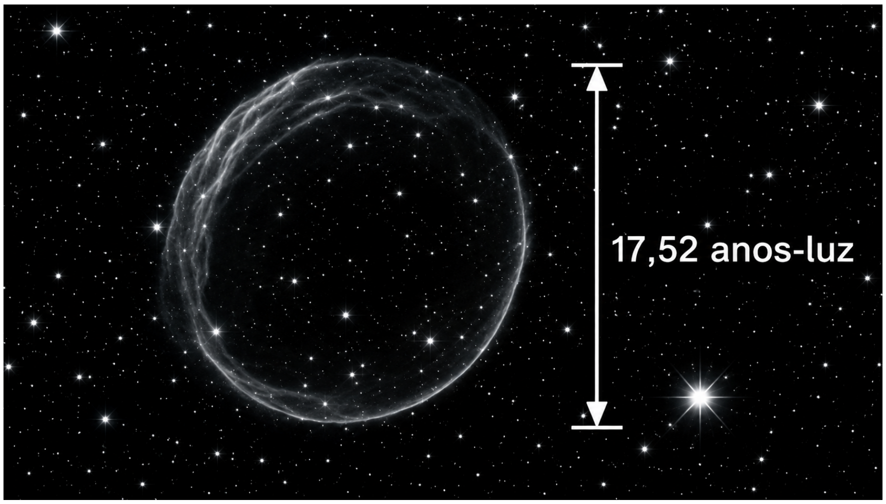
Comentário OBA - Nível IV

Autores: Alexandre Monte, David Ferro, Eyke Cardoso, Gustavo Sobreira, Gustavo Globig (ilustrações), Jailson Neto, Rodrigo Marinho, Tiago Rocha

Questão 1

Um Remanescente de Supernova (SNR – sigla em inglês) é o invólucro gasoso resultante da morte explosiva de uma estrela, cuja onda de choque projetada material estelar para o meio interestelar com velocidades altíssimas. Em sua fase inicial, denominada expansão livre, o sistema evolui por algumas centenas de anos mantendo velocidade e temperatura interna constantes, enquanto a fronteira externa do SNR interage diretamente com o meio interestelar, varrendo o material encontrado em seu caminho. Considere que a imagem ao lado mostra este SNR, em sua fase inicial, e que esta estrutura de bolha, com diâmetro $D = 17,52$ anos-luz, está se expandindo com velocidade $v = 9,5$ milhões km/h. Baseado em seus conhecimentos e no que foi explicado no texto, assinale a opção que traz há quantos anos este SNR está nesta fase de expansão.



Assinale a alternativa correta:

a) ( ) 960 anos.

b) ( ) 17,52 anos.

c) ( ) 1.000 anos.

d) ( ) 876 anos.

e) ( ) 1.500 anos.

Solução:

Convertendo km/h em anos-luz/h, sabendo que 1 **ano-luz** $= 9,5 \cdot 10^{12}$ **km**, temos:

$$v = 9,5 \cdot 10^6 \textbf{ km/h} = \frac{9,5 \cdot 10^6}{9,5 \cdot 10^{12}} \textbf{(ano-luz)/h} = 10^{-6} \textbf{(ano-luz)/h}$$

Considerando o tamanho atual de $D = 17,52$ anos-luz, o seu raio, que expande, corresponde à $R = \frac{D}{2} = 8.76$ **(ano-luz)**. Assim, o tempo de expansão foi:

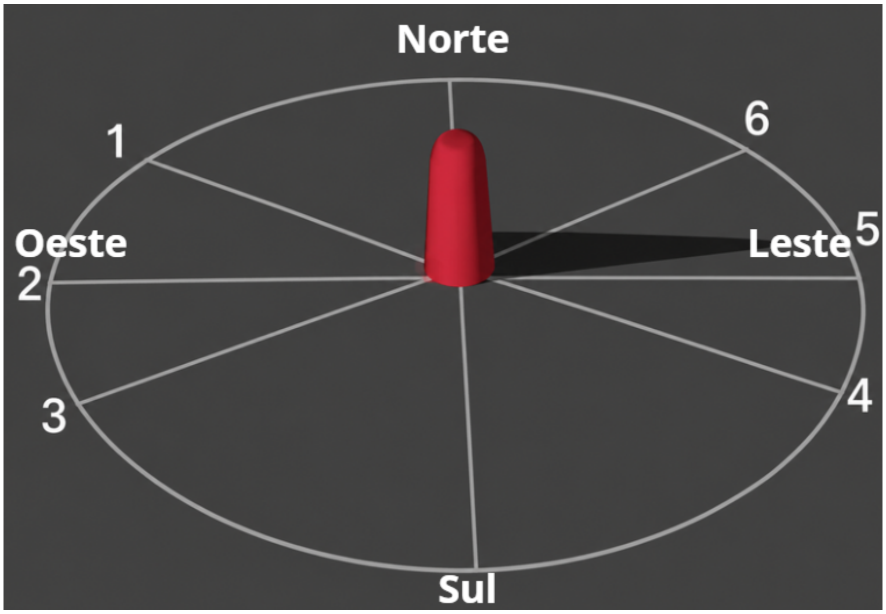
$$t = \frac{\Delta R}{v} = \frac{8.76 \textbf{ (ano-luz)}}{10^{-6} \textbf{(ano-luz)/h}} = 8.76 \cdot 10^6 \textbf{horas}$$

Sendo 1 dia=24 horas e 1 ano=365 dias, temos que o tempo de expansão até agora, em anos, é:

$$t = \frac{8.76 \cdot 10^6}{24 \cdot 365} \textbf{anos} \approx 1000 \textbf{ anos}$$

Resposta: (c)

Questão 2
O desenho representa o esquema de um calendário solar indígena do Hemisfério Sul da Terra, onde a sombra do obelisco indica o início de cada estação do ano, mas também o nascer e o pôr do Sol.



Baseado no desenho e nos conhecimentos, assinale a opção correta:

a) ( ) Quando a sombra está sobre a linha 6 indica o pôr do Sol no início do inverno.

b) ( ) Quando a sombra está sobre a linha 4 indica o pôr do Sol no início do verão.

c) ( ) Quando a sombra está sobre a linha 5 indica o nascer do Sol no início do outono.

d) ( ) Quando a sombra está sobre a linha 2 indica o nascer do Sol no início da primavera.

e) ( ) Quando a sombra está sobre a linha 3 indica o nascer do Sol no início do verão.

Solução:

Vamos analisar as afirmativas:

a. (F) A linha 6 indica o pôr do Sol no solstício de Verão, uma vez que o Sol está se pondo mais ao Sul possível do ponto cardeal oeste.

b. (F) A linha 4 indica o pôr do Sol no Solstício de Inverno, uma vez que o Sol está se pondo mais ao norte possível do ponto cardeal oeste.

c. (F) A linha 5 indica o pôr do Sol em um dos equinócios, pois, nestas épocas, o Sol nasce no ponto cardeal Leste e se põe no ponto cardeal oeste,

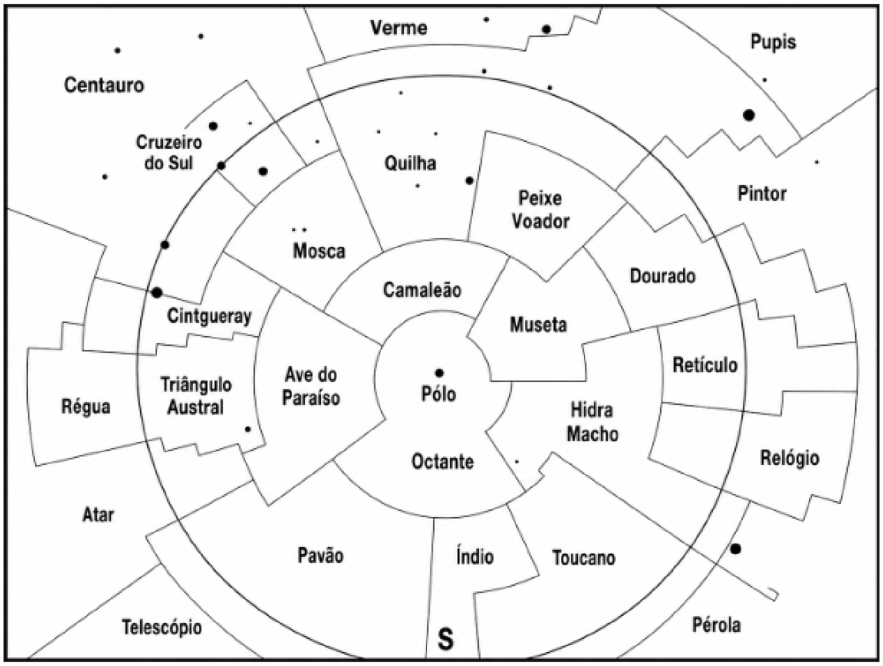
d. (V) Esta afirmação está correta, pois o Sol nasce no leste e projeta sua sombra no ponto cardeal oeste, marcado pela linha 2.

e. (F) A linha 3 indica que o Sol está nascendo mais ao Sul possível do ponto cardeal Oeste, indicando o Solstício de Verão.

Resposta: (d)

Questão 3
A imagem mostra o céu visto simultaneamente da cidade de Porto Alegre. O círculo grande delimita

a região das estrelas circumpolares para essa latitude, isto é, estrelas que sempre ficam acima do horizonte.



Atenção: baseado nas informações contidas na imagem, classifique as afirmações em C (certo) ou E (errado):

1. (C) Se Porto Alegre estivesse localizada mais próxima da Linha do Equador, o raio da circunferência no mapa diminuiria, reduzindo o número de estrelas circumpolares.
2. (E) A Constelação do Tucano é cortada pela circunferência, o que a torna parcialmente circumpolar.
3. (E) A constelação do Grou é visível no mapa, mas não é considerada circumpolar para Porto Alegre.
4. (E) Pelo fato de a Constelação da Quilha ser cortada pela circunferência, podemos afirmar que algumas de suas estrelas nunca podem ser vistas de Porto Alegre.
5. (C) As duas estrelas mais brilhantes da Constelação do Centauro podem ser observadas em qualquer noite do ano em Porto Alegre, desde que o céu esteja limpo.

a) ( ) 1ª (C) – 2ª (C) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (C)

b) ( ) 1ª (E) – 2ª (C) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (C)

c) (X) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (E) – 4ª (E) – 5ª (C)

d) ( ) 1ª (E) – 2ª (C) – 3ª (C) – 4ª (C) – 5ª (E)

e) ( ) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (E) – 4ª (C) – 5ª (E)

Solução:

Vamos analisar as afirmativas:

1. **Certa.** A elevação do Polo Sul Celeste (PSC) em relação ao horizonte é igual à latitude local. Se o observador estivesse mais próximo do Equador (menor latitude), o PSC estaria

mais baixo, fazendo com que o raio da circunferência fosse menor, englobando menos estrelas circumpolares.

2. **Certa.** Olhando atentamente para a imagem, a linha amarela corta a fronteira da constelação do Tucano. Isso significa que apenas parte dela é circumpolar, tornando a afirmativa correta.
3. **Errada.** O texto da questão exige que a análise seja baseada na imagem. Como a constelação do Grou não está visível nem nomeada no mapa fornecido, a afirmativa é falsa.
4. **Errada.** A circunferência amarela delimita as estrelas que nunca se põem. As estrelas da Quilha que ficam de fora do círculo apenas nascem e se põem normalmente no horizonte, podendo ser vistas em determinados horários e épocas.
5. **Certa.** As duas estrelas mais brilhantes do Centauro (α e β Centauri, logo à esquerda do Cruzeiro do Sul) estão visivelmente do lado de dentro da circunferência amarela. Por serem circumpolares, não se põem e podem ser observadas em qualquer noite do ano.

Comentário sobre o Gabarito:
Analisando corretamente as afirmativas, conclui-se que não há alternativa correta. A sequência exata é **C - C - E - E - C**. A anulação da questão seria necessária, pois a 2ª afirmativa está correta (uma vez que apenas parte da constelação do Tucano está dentro do círculo, sendo parcialmente circumpolar). Acreditamos que a banca considerou esse item como errado (o que levaria à alternativa C), mas pela imagem fornecida, ele está certo. Desta forma, a questão deve ser anulada ou considerar múltiplas alternativas.

Resposta: (ANULAÇÃO)

Questão 4) Uma sonda interestelar viaja em linha reta do Sol em direção à uma estrela Anã Vermelha próxima do nosso Sistema Solar, localizada a uma distância de **5,2 anos-luz de nós**. Sabemos que o brilho aparente (**b**) de uma estrela depende de sua Luminosidade intrínseca (**L**) e da distância (**d**) do observador à estrela, seguindo a lei:

$$b = \frac{L}{4\pi d^2}$$

Considere os seguintes dados:

- A luminosidade da estrela ($\mathbf{L_E}$) é muito menor que a do Sol ($\mathbf{L_{Sol}}$) $\rightarrow \mathbf{L_E = 0,0016 L_{Sol}}$
- A distância total entre as duas estrelas é $\mathbf{D = 5,2}$ anos-luz.

A que distância, **X**, do Sol, em **anos-luz**, a sonda deve estar para que o brilho aparente do Sol e o da estrela Anã Vermelha, sejam idênticos para os sensores da nave?

Assinale a opção correta.

a) (X) $5,0$ anos-luz.

b) ( ) $5,1$ anos-luz.

c) ( ) $4,9$ anos-luz.

d) ( ) $4,8$ anos-luz.

e) ( ) $4,7$ anos-luz.

Assinale a alternativa correta:

a) ( ) 5,0 anos-luz.

b) ( ) 5,1 anos-luz.

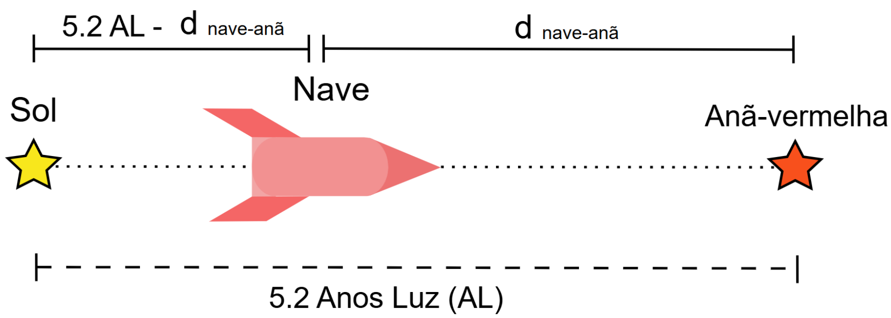
c) ( ) 4,9 anos-luz.

d) ( ) 4,8 anos-luz.

e) ( ) 4,7 anos-luz.

Solução:

Para que o Sol e a estrela anã vermelha, possuam o mesmo brilho. O fluxo de energia emitida deve ser igual. Desta forma:



$$F_{Sol} = F_{Estrela} \implies \frac{L_{Sol}}{4\pi(5.2\ \textbf{anos-luz} - d_{Nave-Estrela})^2} = \frac{L_{Estrela}}{4\pi(d_{Nave-Estrela})^2}$$

Do enunciado, $L = 0,0016L_{Sol}$. Simplificando, temos:

$$\frac{L_{Sol}}{(5.2\ \textbf{anos-luz} - d_{Nave-Estrela})^2} = \frac{0,0016L_{Sol}}{(d_{Nave-Estrela})^2}$$

Simplificando ainda mais:

$$d^2_{Nave-Estrela} = 0,0016(5.2\ \textbf{anos-luz} - d_{Nave-Estrela})^2 \implies d_{Nave-Estrela} = 0,04(5.2 - d_{Nave-Estrela})$$

$$0,904d_{Nave-Estrela} = 0.208 \implies d_{Nave-Estrela} \approx 0.23\ \textbf{anos-luz}$$

A distância da Nave ao Sol será:

$$d_{Sol} = 5,2 - d_{Nave-Estrela} = 5,2 - 0,2 = 5,0\ \textbf{anos-luz}$$

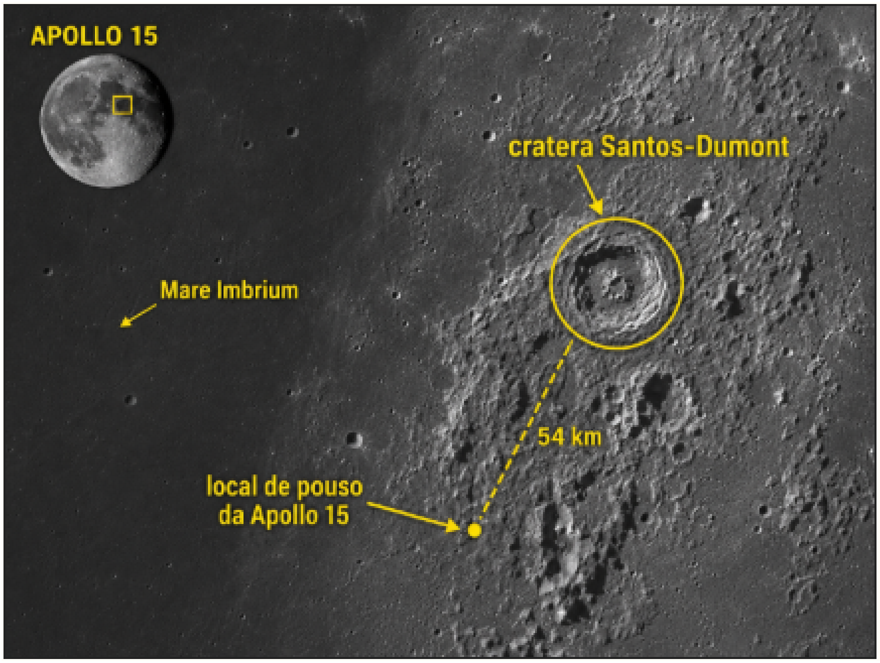
Resposta: (a)

Questão 5) A Cratera Santos-Dumont, uma homenagem ao inventor brasileiro Alberto Santos-Dumont (1873 - 1932), pioneiro da aviação, é uma pequena cratera de impacto lunar com diâmetro (**D**) de $8,1$ km, localizada na margem leste do Mare Imbrium, a aproximadamente 54 km do local de pouso da missão Apollo 15.

Imagine que o fundo do seu olho funciona como a tela de um celular cheia de "pixels", que são pequenas células sensíveis à luz. O que chamamos de **resolução** é a nossa capacidade de ver dois pontos próximos como objetos separados em vez de um único ponto. Ou seja, se dois objetos estão muito juntos, a luz deles atinge a mesma célula receptora, fazendo o nosso cérebro pensar que eles são uma coisa só. Em termos angulares, se dois pontos estão a menos de **1 minuto de arco** ($\theta = \mathbf{1' = 1°/60}$) eles são vistos como um só. E é por isso que, do quintal da sua casa, sem um telescópio, você não consegue ver a cratera Santos-Dumont.

Agora, considere a tripulação da **Artemis II** se aproximando da Lua e um astronauta olhando para a Lua pela escotilha.

Assinale a opção que traz a distância mínima, **S**, que a cápsula precisaria estar da superfície da Lua para que a cratera Santos-Dumont pudesse ser distinguível como algo a mais que um simples ponto.



Assinale a opção correta:

a) ( ) 30.000 km.

b) ( ) 27.000 km.

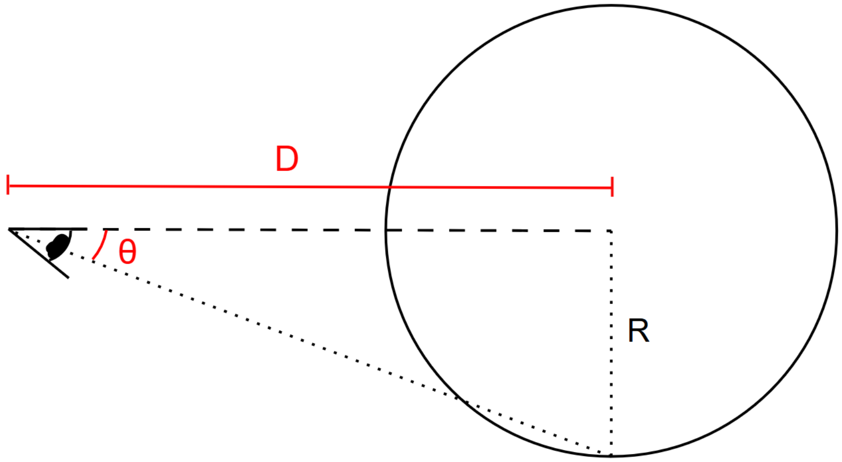
c) ( ) 8.100 km.

d) ( ) 19.050 km.

e) ( ) 81.000 km.

Solução:

Seja R o raio da cratera observada, d a distância em relação a cratera, é possível utilizar trigonometria para verificar a distância mínima, imaginando a situação na figura abaixo e sabendo que θ é um ângulo pequeno:



$$tg(\theta) = \frac{R}{d} \Longrightarrow tg(\theta) \approx \theta = \frac{R}{d} \Longrightarrow d = \frac{R}{\theta}$$

Sabendo que o tamanho da cratera é $R = 8$ **km** e que o tamanho mínimo para distinguir objetos é cerca de 1 minuto de arco ($1' = \frac{1}{60}^\circ = \frac{\pi}{60 \cdot 180}$ **rad** $= 2.9 \cdot 10^{-4}$ **rad**).

$$d = \frac{R}{\theta} = \frac{8 \textbf{ km}}{2.9 \cdot 10^{-4}}$$

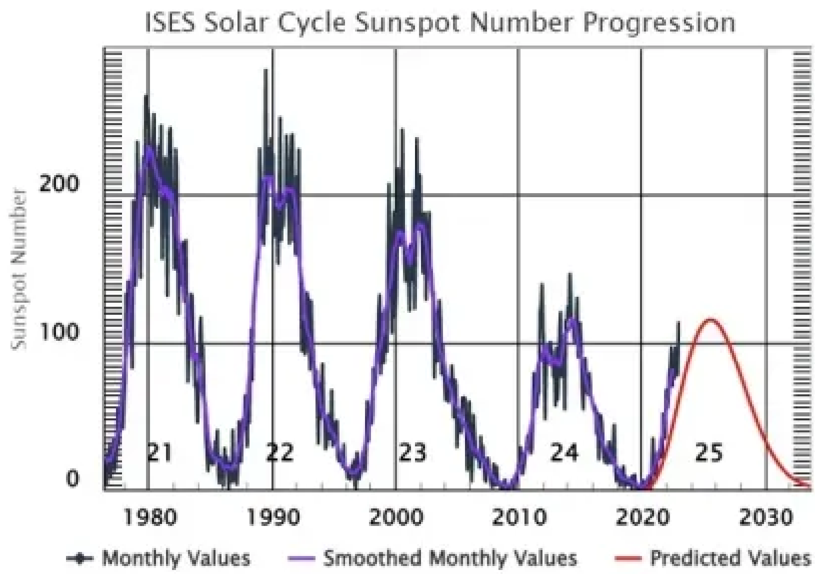
$$d \approx 27000 \textbf{ km}$$

Resposta: (b)

Questão 6
As manchas solares são áreas na fotosfera solar com temperaturas inferiores ao seu entorno devido a intensos campos magnéticos locais. Ao longo dos anos, os astrônomos perceberam que o número de manchas solares atinge um máximo e depois um mínimo em ciclos de aproximadamente 11 anos.

Considerando o texto sobre ciclo solar e atividade magnética, assinale a alternativa correta.

1. Se o Ciclo Solar 25 tiver um período de exatos 11 anos e se ele começou no início de 2020, então o próximo Máximo Solar ocorrerá apenas em 2031;
2. O gráfico demonstra que o Sol alterna obrigatoriamente entre um ciclo "forte" e um ciclo "fraco" a cada 22 anos;
3. Analisando o Ciclo Solar 24, observa-se que o tempo de subida (do mínimo ao máximo) foi menor do que o tempo de declínio (do máximo ao mínimo);
4. Dos ciclos monitorados, mostrados na pequena barra na parte inferior do gráfico, os Ciclos Solares 5 e 6 foram os mais "fracos";
5. O Sol tem sido monitorado quanto ao número de manchas desde antes do ano de 1800.



Assinale a opção correta.

a) (X) Apenas I e II estão incorretas.

b) ( ) Apenas a I está incorreta.

c) ( ) II, IV e V estão corretas.

d) ( ) Apenas III e V estão corretas.

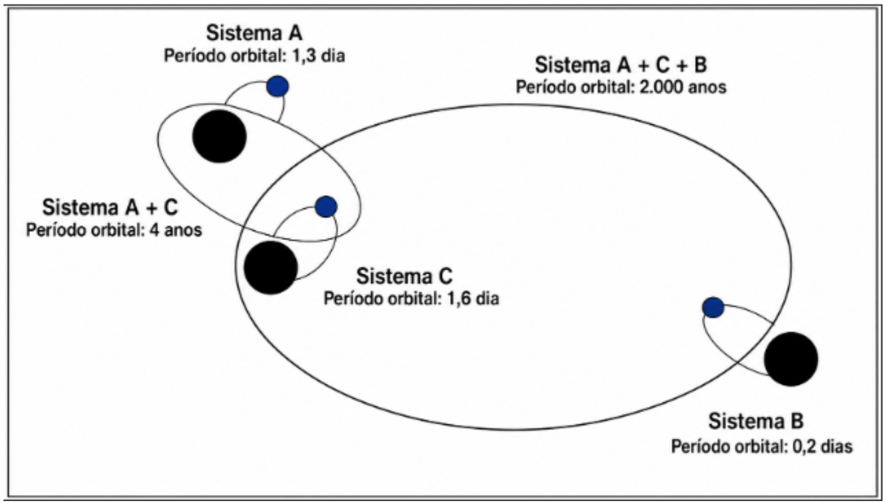
e) ( ) Todas estão corretas.

Solução:

1. **Errada.** O período de 11 anos do ciclo solar corresponde ao intervalo entre dois Mínimos Solares consecutivos. Se o ciclo iniciou (mínimo) em 2020, o ano de 2031 marcará o próximo mínimo, e não o máximo. O Máximo Solar ocorre próximo à metade do ciclo.
2. **Errada.** O gráfico das intensidades (número de manchas) não exibe essa alternância obrigatória. Os Ciclos 21 e 22, por exemplo, apresentam picos máximos de alta intensidade sucessivamente, quebrando a regra de alternância de amplitude.
3. **Certa.** Observando o Ciclo 24 no gráfico principal, o mínimo ocorre em ≈ 2009 e atinge o máximo em ≈ 2014 (tempo de subida de ≈ 5 anos). O declínio ocorre de ≈ 2014 a ≈ 2020 (tempo de declínio de ≈ 6 anos).
4. **Certa.** Na linha do tempo inferior, os ciclos com as menores amplitudes de todo o registro histórico encontram-se logo após o ano de 1800. Pela contagem, estes correspondem aos Ciclos 5 e 6 (período do Mínimo de Dalton).
5. **Certa.** O gráfico inferior (série histórica) possui seu início na porção esquerda antes da marcação do ano de 1800 (aproximadamente 1750), confirmando o monitoramento prévio a esta data.

Resposta: (A) (APENAS I E II INCORRETAS)

Questão 7) O Satélite de pesquisa de exoplanetas em trânsito, TESS (sigla em inglês), identificou um sistema estelar que consiste em seis estrelas, que fica a aproximadamente 1.900 anos-luz da Terra, na constelação de Eridanus. A descoberta foi anunciada em janeiro de 2021. TIC 168789840, também conhecido como TYC 7037-89-1, é um sistema estelar com três pares de estrelas binárias: o **Sistema A**, com período orbital de **1,3 dia**, o **Sistema B**, com período orbital de **8,2 dias** e o **Sistema C**, com período orbital de **1,6 dia**. Os **Sistemas A e C**, por sua vez, orbitam em torno de um centro de massa comum, formando o **Sistema A+C**, com período orbital de **4 anos**. E este **Sistema A+C** orbita um centro de massa comum com o **Sistema B**, formando o **Sistema A+C+B**, com um período orbital de **2.000 anos**. A imagem a seguir, fora de escala, traz esta espetacular configuração orbital. **Atenção:** Baseado nas informações contidas no texto e na imagem, **PRIMEIRO** coloque **C**, de certo, ou **E**, de errado, na frente de cada afirmação abaixo e, **DEPOIS**, assinale a alternativa que contém a sequência correta de **C** e **E**.



1ª) (C) O Sistema **B** orbita o centro de massa comum do Sistemas **A+C**. E

2ª) (C) No tempo exato em que o Sistema **B** (mais lento) completa 10 órbitas em torno de seu próprio centro de massa, o Sistema **C** (mais rápido) terá completado mais de 50 órbitas completas.

3ª) (E) Considerando um ano terrestre padrão de 365 dias, o par de estrelas do Sistema **A** realiza menos de 1.000 voltas completas entre si durante o tempo necessário para que o conjunto **A+C** complete uma única volta de 4 anos.

4ª) (E) Supondo que a massa total do conjunto **A+C** seja aproximadamente igual à massa do Sistema **B**, se a distância média entre os centros de massa de **A+C** e de **B** fosse quadruplicada, o novo período orbital dessa órbita externa passaria a ser de aproximadamente 8 mil anos.

5ª) (C) O período orbital do conjunto completo (Sistema **A+C+B**) é 500 vezes maior do que o período orbital da Sistema **A+C**.

a) (X) 1ª (C) – 2ª (C) – 3ª (E) – 4ª (E) – 5ª (C)

b) ( ) 1ª (C) – 2ª (C) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (C)

c) ( ) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (C)

d) ( ) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (C) – 5ª (C)

e) ( ) 1ª (E) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (C) – 5ª (E)

Solução:

1. Certa. Como afirmado no texto, o Sistema B orbita o centro de massa mútuo estabelecido entre o conjunto de estrelas (A+C) e o próprio Sistema B.
2. Certa. Para que o Sistema B complete 10 órbitas, temos um tempo $\Delta t = 10 \cdot 8,2$ dias $=$ 82 dias. Nesse mesmo tempo, o Sistema C faz N_C revoluções, onde:
$$N_C = \frac{\Delta t}{P_C} = \frac{82}{1,6} = 51,25$$
Como $51,25 > 50$, a afirmativa está certa.
3. Errada. Considerando o período do sistema A+C, que corresponde a 4 anos terrestres:
$$N_A = \frac{4 \cdot 365}{1,3} = 1.123,07$$
Como $1.123,07 > 1.000$, a afirmativa é errada.
4. Errada. Sabendo da Terceira Lei de Kepler que a razão $\frac{P^2}{a^3}$ é constante, e sendo a distância quadruplicada ($a' = 4a$):
$$\left(\frac{P'}{P_0}\right)^2 = \left(\frac{4a}{a}\right)^3 = 64$$
$$P' = 2.000 \cdot \sqrt{64} = 16.000 \text{ anos}$$
Logo, a afirmativa está errada.
5. Certa. De acordo com os dados apresentados, o período do conjunto total é de 2.000 anos e o do Sistema A+C é de 4 anos. Logo:
$$\frac{P_{\text{total}}}{P_{A+C}} = \frac{2.000}{4} = 500$$
A afirmativa está certa. **Resposta: (A) C-C-E-E-C**

Questão 8) A missão Artemis II, que levou a tripulação para orbitar a Lua, não tinha um só foguete, mas sim, três foguetes combinados no primeiro estágio. O conjunto recebeu o nome de Sistema de Lançamento Espacial ou em inglês "*Space Launch System*" (SLS). O foguete SLS da Missão Artemis II utiliza dois tipos diferentes de propulsão na decolagem. **Primeiro**: Nas laterais, estão os dois Foguetes de propelente sólido (sigla em inglês SRBs). Estes foguetes são similares aos foguetes de propulsão sólida da OBAFOG, os quais uma vez ligados só desligam quando termina o combustível. **Segundo**: No centro, estão os motores RS-25 de combustível líquido, mais versáteis, que podem ser acelerados ou desacelerados conforme a necessidade.

Julgue as afirmativas a seguir:

1ª) (E) Os motores de combustível líquido (RS-25) fornecem a maior parte do empuxo na hora da decolagem, sendo impossíveis de serem desligados após a ignição.

2ª) (E) Os foguetes de combustível sólido (SRBs) são conhecidos por sua alta eficiência e pela facilidade de controlar a potência do empuxo durante o voo, permitindo acelerar ou desacelerar o foguete conforme a necessidade.

3ª) (C) Uma vantagem dos motores de combustível líquido, como os do estágio central do SLS, é que eles podem ser controlados, ter sua potência ajustada e até serem desligados em caso de emergência, ao contrário dos motores sólidos.

4ª) (E) O combustível sólido utilizado nos SRBs é composto por uma mistura de Hidrogênio Líquido e Oxigênio Líquido, que deve ser mantida em temperaturas extremamente baixas (criogênicas).

5ª) (E) Tanto os motores sólidos quanto os motores líquidos do SLS funcionam sem a necessidade de oxigênio, pois no espaço não existe ar para manter a combustão.

a) ( ) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (C) – 5ª (C).

b) ( ) 1ª (C) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (E).

c) ( ) 1ª (E) – 2ª (C) – 3ª (E) – 4ª (E) – 5ª (E).

d) (X) 1ª (E) – 2ª (E) – 3ª (C) – 4ª (E) – 5ª (E).

e) ( ) 1ª (E) – 2ª (C) – 3ª (E) – 4ª (C) – 5ª (C).

Solução:

1. Errada. Os motores de combustível sólido (SRBs) é que fornecem a maior parte do empuxo na decolagem. Além disso, são os motores sólidos que não podem ser desligados após a ignição, enquanto os líquidos possuem essa capacidade.
2. Errada. Foguetes de combustível sólido queimam continuamente até o esgotamento total do propelente, não permitindo o controle prático de potência ou desligamento durante o voo.
3. Certa. Como afirmado no texto, os motores de combustível líquido (RS-25) são mais versáteis e "podem ser acelerados ou desacelerados conforme a necessidade", o que inclui a possibilidade de ajuste de potência e desligamento.
4. Errada. A mistura de hidrogênio líquido e oxigênio líquido criogênicos forma o propelente dos motores líquidos (RS-25). Os SRBs utilizam propelente em estado sólido.
5. Errada. Todos os motores de combustão necessitam obrigatoriamente de oxigênio (agente oxidante) para funcionar. Eles operam no vácuo do espaço porque os foguetes armazenam e carregam o próprio oxigênio internamente, misturando-o ao combustível. **Resposta: (d) E-E-C-E-E**

Questão 9) O motor do segundo estágio da Artemis II, chamado de Estágio de Propulsão Criogênica Provisório (ou Interino) (ICPS) (*Interim Cryogenic Propulsion Stage*), utiliza um único motor **RL10C-3**. Ele é o grande responsável pela manobra de Injeção Trans-Lunar (TLI), que tira a nave da órbita da Terra e a "arremessa"em direção à Lua. Este motor é projetado para ligar e desligar várias vezes no vácuo, o que é essencial para ajustar a trajetória exata da missão Artemis II.

À medida que os motores queimam o combustível, a nave fica mais leve, o que permite que a mesma quantidade de força (empuxo) gere uma aceleração muito maior.

Dados do Problema:

- Massa Inicial do Estágio Superior (com combustível): $\sim$ 30.000 kg
- Massa Final (após a manobra TLI, sem combustível): $\sim$ 10.000 kg
- Empuxo do Motor RL10C-3: 105.900 N.

a) Calcule a aceleração do segundo estágio, com a cápsula Órion, com a massa inicial dada.
b) Calcule a aceleração do segundo estágio, com a cápsula Órion, com a massa final dada.
c) Calcule quantas vezes a aceleração final é maior do que a inicial, obtidas nos itens a e b.

Assinale a alternativa que contém as respostas corretas aos itens a, b, c, nesta ordem.

a) ( ) $3,53$ m/s^2 , $11,60$ m/s^2 , $3,29$

b) (X) $3,53$ m/s^2 , $10,59$ m/s^2 , $3,00$

c) ( ) $3,53$ m/s^2 , $12,60$ m/s^2 , $3,57$

d) ( ) $10,60$ m/s^2 , $3,53$ m/s^2 , $0,33$

e) ( ) $10,60$ m/s^2 , $4,53$ m/s^2 , $0,43$

Solução:

Aplicando a Segunda lei de Newton considerando a situação em que a massa inicial é $m_1 = 30.000$ **kg** e empuxo $F = 105.900$ **N**, temos:

$$a_1 = \frac{F}{m_1} = \frac{105.900\ \mathbf{N}}{30.000\ \mathbf{kg}} = 3,53\ \mathrm{m/s}^2$$

Aplicando a Segunda lei de Newton considerando a situação em que a massa final é $m_2 = 10.000$ **kg** e empuxo $F = 105.900$ **N**, temos:

$$a_2 = \frac{F}{m_2} = \frac{105.900\ \mathbf{N}}{10.000\ \mathbf{kg}} = 10,59\ \mathrm{m/s}^2$$

A razão, denotada por q, entre a aceleração final, a_2, e a inicial, a_1 é:

$$q = \frac{a_2}{a_1} = \frac{10.59}{3.53} = 3,00$$

Resposta: (b)

Questão 10) O movimento do foguete de garrafa PET, lançado de forma oblíqua é a composição do Movimento Retilíneo e Uniforme (MRU) na horizontal e do Movimento Retilíneo Uniformemente Variado (MRUV) na vertical e as equações básicas do MRU e do MRUV são dadas pelas quatro equações abaixo (supondo o eixo y apontando para cima), as quais são suficientes para resolver qualquer problema de movimento balístico sem a resistência do ar.

$$V_x(t) = V_{0x} \quad (Eq.1) \quad \text{e} \quad x(t) = V_{0x}t \quad (Eq.2)$$

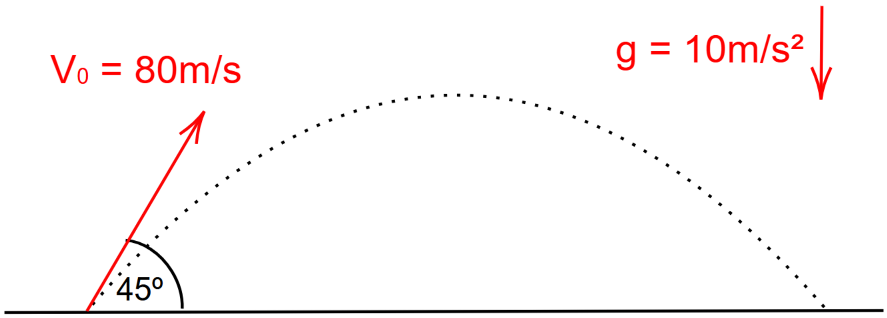
$$V_y(t) = V_{0y} - gt \quad (Eq.3) \quad \text{e} \quad y(t) = V_{0y}t - \frac{1}{2}gt^2 \quad (Eq.4)$$

Lembrando que: $V_{0x} = V_0 \cos\theta_0 \quad (Eq.5)$ e $V_{0y} = V_0 \mathrm{sen}\theta_0 \quad (Eq.6)$

Onde V_0 é a velocidade com que o foguete é lançado, θ_0 é o ângulo em relação ao solo no qual o foguete foi lançado, estamos supondo a 45°, a aceleração gravitacional local é $g = 10,0\ \mathrm{m/s}^2$. V_x e V_y são as componentes das velocidades horizontal e vertical respectivamente num instante t qualquer. V_{0x} e V_{0y} são as velocidades horizontal e vertical no instante inicial do lançamento, respectivamente.

No ponto mais alto do movimento do foguete, quando lançado em qualquer ângulo em relação ao solo (exceto no ângulo igual a zero) a componente do vetor velocidade na vertical é zero. Ou seja, no topo da parábola a componente do vetor velocidade na vertical é zero, isto é, $V_y = 0$.

Considere que um foguete de garrafa PET foi lançado com velocidade inicial $V_0 = 80\ \mathrm{ms}^{-1}$. Assinale a alternativa que contém os valores corretos do alcance máximo, $X_{\max}$, e altura máxima, $Y_{\max}$, atingida pelo foguete, nesta ordem. Dado: $\cos 45° = \mathrm{sen}45° = 0,7$. Use $g = 10\ \mathrm{ms}^{-2}$. Sugestão: Calcule o tempo de subida até o $Y_{\max}$.



Assinale a alternativa que contém os valores corretos de alcance máximo e altura máxima:

a) ( ) 637,2 m e 157,8 m.

b) ( ) 627,8 m e 156,0 m.

c) (X) 627,2 m e 156,8 m.

d) ( ) 607,0 m e 146,8 m.

e) ( ) 650,0 m e 155,0 m.

Solução:

O alcance horizontal máximo (A)e altura máxima (H_{max}) podem ser obtidos a partir do ângulo de lançamento é 45○ e a velocidade inicial $v_0 = 80$ m/s.
Obs: $\operatorname{sen} 45○ = \cos 45○ = 0,7$
Sabendo que o movimento vertical, sujeito a aceleração gravitacional da Terra, tem velocidade em função do tempo descrita por: $v_y(t) = v_0 \operatorname{sen}\theta - gt$ e que a velocidade vertical no ponto mais alto da trajetória é nula, o instante em que tal tal velocidade é alcançada é dada por:

$$v_y(t) = 0 = v_0 \operatorname{sen}\theta - gt_{subida} \Longrightarrow t_{subida} = \frac{v_0 \operatorname{sen}\theta}{g}$$

O tempo de subida é igual ao tempo de descida uma vez que, na descida, o foguete retornará ao chão com a velocidade em que foi lançado e não há atrito. Assim:

$$t_{trajeto} = \frac{2v_0 \operatorname{sen}\theta}{g}$$

Na horizontal, o movimento é uniforme e não há acelerações sobre o sistema. Assim, o alcance máximo é:

$$A_{max} = (v_0 \cos\theta)t_{trajeto} = \frac{2v_0^2 \operatorname{sen}\theta \cos\theta}{g}$$

Utilizando os valores fornecidos pela questão, temos:

$$A_{max} = \frac{(2 \cdot 80 \operatorname{sen} 45○ \cos 45○)}{10} = 627.2 \textbf{ m}$$

Na vertical, o foguete está sujeito a força da gravidade. Durante o lançamento, ela retarda a velocidade dele até o ponto mais alto. Depois disso, ela o acelera até ele cair. Diante disso, o movimento de subida até a altura máxima é:

$$y(t) = y_0 + (vo \operatorname{sen}\theta)t - \frac{gt^2}{2}$$

$$H_{max} = +(vo\,\mathrm{sen}\,\theta)t_{subida} - \frac{gt^2_{subida}}{2}$$

Substituindo $t_{subida} = \frac{v_0\,\mathrm{sen}\,\theta}{g}$, teremos:

$$H_{max} = \frac{(vo\,\mathrm{sen}\,\theta)^2}{2g}$$

Utilizando os dados da questão, teremos:

$$H_{max} = \frac{(80\,\mathrm{sen}\,45\circ)^2}{(2\cdot 10)} \Longrightarrow H_{max} = 156.8\ \mathbf{m}$$

Resposta: (c)