Comentário OBA 2025 - Nível IV

Autores: Alexandre Monte, Ana Luiza, Davi Lucas, Felipe Maia, Tiago Rocha

Questão 1 Conforme os dados mais recentes da União Astronômica Internacional (IAU), até abril de 2025, o número médio de satélites naturais (luas) do Sistema Solar era de 36 luas/planeta. Considere que, nos próximos 5 anos sejam descobertas mais 40 luas em torno dos planetas do Sistema Solar. Sendo assim, a nova média será:

a) ( ) $40,4$.

b) ( ) $41,0$.

c) ( ) $42,6$.

d) ( ) $44,0$.

e) ( ) $45,6$.

Solução:

Sabemos que a média de Luas no sistema solar é 36 luas por planeta. Sabe-se que o número de planetas do sistema solar é igual a 8. Agora, considerando que o número de Luas aumentará em 40, podemos achar a nova média de duas maneiras diferentes:

Método 1: Seja a média inicial M_0, e a variação de média ΔM. Assim a média final M_F ficará:

$$M_F = M_0 + \Delta M$$

E, como a variação de média será dada pelas 40 Luas novas distribuídas igualmente entre os 8 planetas ($\Delta M = 40 \div 8 = 5$):

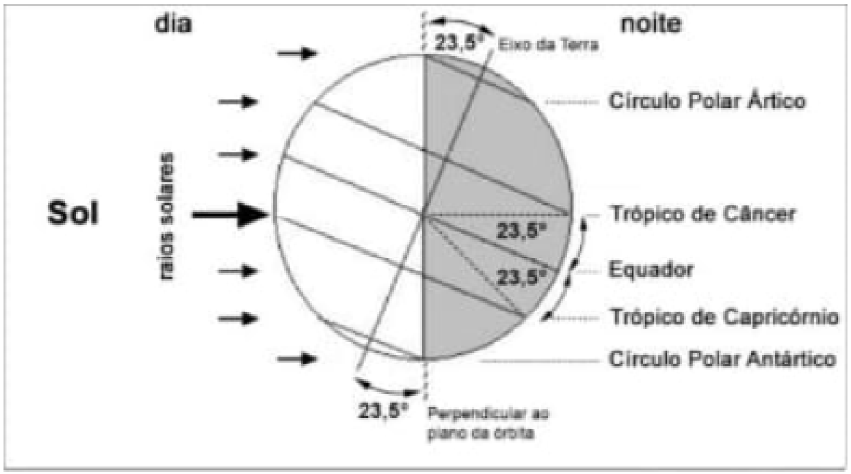
$$M_F = 36 + 5 \rightarrow \boxed{M_F = 41\,\text{luas/planeta}}$$

Método 2: Como o número de planetas do sistema solar é 8, o número inicial de luas será $8 \times 36 = 288$, e ao acrescentar 40, teremos o número de luas equivalente a $288 + 40 = 328$ luas. Assim, M_F será:

$$M_F = \frac{328}{8} \rightarrow \boxed{M_F = 41\,\text{luas/planeta}}$$

Resposta: (b)

Questão 2 Como você pode ver na figura, o **Trópico de Capricórnio** é a latitude geográfica para a qual os raios solares incidem perpendicularmente à superfície da Terra (seta maior, à esquerda) no **Solstício de Inverno do Hemisfério Norte**. Pela geometria, o valor da latitude geográfica do Trópico de Capricórnio é o mesmo da inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular ao plano da órbita, ou seja, 23,5°S do Equador.



Se a inclinação do eixo de rotação da Terra em relação à perpendicular ao plano da órbita fosse menor, então os dois trópicos estariam mais "perto" da linha do equador.

Baseado no esquema apresentado, qual é o ângulo entre os dois Círculos Polares?

a) $47°$

b) $66,5°$

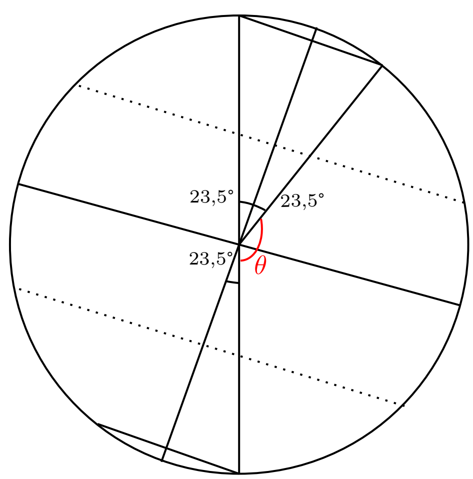
c) $90,0°$

d) $133,0°$

e) $156,5°$

Solução:

Temos, primeiramente, que considerar que o círculo polar possui um raio angular equivalente a 23,5° — ou seja, o ângulo entre o eixo e a outra borda do círculo também é de 23,5°. Para comprovar isso, basta perceber que tanto o círculo polar quanto os trópicos existem devido à inclinação entre o plano orbital e o eixo de rotação. Portanto, o ângulo entre a linha horizontal da imagem e o trópico é o mesmo que entre a linha vertical da imagem e o eixo de rotação. Assim, considerando a imagem a seguir, temos que o ângulo que queremos achar é dado por θ:



Desse modo, é possível obter que:

$$180 = \theta + 2 \cdot 23,5^\circ$$

$$\boxed{\theta = 133^\circ}$$

Resposta: (d)

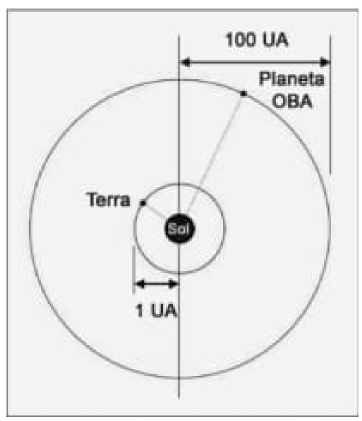
Questão 3 A Terceira Lei de Kepler afirma que o quadrado do período P de revolução de um planeta de massa m ao redor do Sol é diretamente proporcional ao cubo de sua distância r do planeta ao Sol, segundo a equação:

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{G(M_{\text{Sol}} + m_{\text{planeta}})} r^3$$

Como a massa de qualquer planeta do Sistema Solar é muito menor do que a massa do Sol ($m_{\text{planeta}} \ll M_{\text{Sol}}$), ela pode ser desprezada na equação. Além disso, se o período P for medido em anos terrestres e a distância r ao Sol for medida em Unidades Astronômicas (UA), que é a distância média da Terra ao Sol, então essa equação ficará simplesmente:

$$P^2 = r^3$$

Suponha que o recém-descoberto Planeta OBA esteja a uma distância ao Sol 100 vezes maior do que a distância da Terra ao Sol, como mostrado na figura a seguir, fora de escala.



Sendo assim, assinale a opção que traz o período de revolução do Planeta OBA em torno do Sol.

(a) 100 anos

(b) 316 anos

(c) 1.000 anos

(d) 3.162 anos

(e) 10.000 anos

Solução:

Para resolver essa questão, utilizamos a terceira lei de Kepler, que relaciona o período orbital P de um planeta (em anos) com a sua distância média ao Sol a (em unidades astronômicas, UA). A fórmula fornecida é $P^2 = a^3$, válida para planetas que orbitam o Sol e onde usamos as unidades mencionadas. No caso do planeta fictício OBA, a distância média ao Sol foi dada como $a = 100\,\text{UA}$.

Aplicando diretamente na fórmula, temos:

$$P^2 = 100^3 = 1\,000\,000$$

Tomando a raiz quadrada dos dois lados da equação, obtemos:

$$P = \sqrt{1\,000\,000} \to \boxed{P = 1000\,\text{anos}}$$

Portanto, o planeta OBA leva 1000 anos para completar uma volta ao redor do Sol.

Resposta: (c)

Questão 4 Em Astronomia, chamamos de **período sinódico** (S) o tempo que um corpo celeste leva para retornar à mesma posição relativa ao Sol, quando visto da Terra. Em outras palavras, é o tempo entre duas configurações iguais consecutivas de um astro em relação ao Sol e à Terra e pode ser calculado pela seguinte fórmula:

$$\frac{1}{S} = \left|\frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2}\right|$$

Onde P_1 e P_2 são os períodos orbitais entre os astros envolvidos, sendo $P_1 < P_2$, para a conta resultar num valor positivo. Por exemplo, o período orbital da Lua em torno da Terra é de, aproximadamente, 27 dias. Portanto, para termos duas Luas Cheias consecutivas, devemos esperar, aproximadamente:

$$\frac{1}{S_{\text{Lua}}} = \frac{1}{27\text{ dias}} - \frac{1}{365\text{ dias}} \Rightarrow S_{\text{Lua}} \approx 29\text{ dias}$$

Em dezembro de 2024, Marte começou a apresentar seu movimento retrógrado no céu, ou seja, Marte que em geral se desloca para o leste quando observado em relação às estrelas, passa a se mover para oeste por alguns meses e depois volta a se locomover para leste, formando um “laço” no céu.

A configuração Sol-Terra-Marte que leva ao movimento retrógrado repete-se periodicamente. Na imagem a seguir podemos ver uma fotomontagem de Marte, de alguns anos atrás, mostrando esse efeito.

Dado que Marte orbita o Sol uma vez a cada 687 dias (ou 1,88 ano terrestre), aproximadamente, em qual dessas datas (mês e ano) você espera que Marte comece seu movimento retrógrado novamente?

(a) Dezembro de 2025

(b) Maio de 2026

(c) Outubro de 2026

(d) Dezembro de 2026

(e) Janeiro de 2027

Solução:

Para resolver a questão, utilizamos a fórmula do período sinódico, que nos permite calcular quanto tempo decorre entre duas repetições de uma mesma configuração entre dois corpos celestes em órbita ao redor do Sol, no caso, a Terra e Marte. A fórmula geral é

$$\frac{1}{S} = \left| \frac{1}{P_{\text{Terra}}} - \frac{1}{P_{\text{Marte}}} \right|$$

Onde S é o período sinódico, $P_{\text{Terra}} = 1$ ano, e $P_{\text{Marte}} = 1{,}88$ anos. Substituindo na fórmula, temos

$$\frac{1}{S} = 1 - \frac{1}{1{,}88} \approx 1 - 0{,}532 \approx 0{,}468$$

O que nos dá

$$S \approx \frac{1}{0{,}468} \approx 2{,}136 \text{ anos}$$

Sabendo, então, que Marte entrou em movimento retrógrado em dezembro de 2024, e que o período sinódico entre Terra e Marte é de aproximadamente 2,136 anos, somamos esse intervalo ao instante anterior. O valor 0,136 anos corresponde a cerca de 1 mês e meio. Assim, a próxima vez em que Marte deverá apresentar esse mesmo fenômeno será por volta de meados de janeiro de 2027.

Resposta: (e)

Questão 5 A unidade astronômica mais fundamental de tempo é o dia, medido em termos da rotação da Terra. Há, no entanto, mais de uma maneira de definir o dia. Normalmente, pensamos nele como o período de rotação da Terra em relação ao Sol, chamado de DIA SOLAR. Afinal, para a maioria das pessoas, o nascer do Sol é mais importante do que o horário do nascer de Betelgeuse (Alpha Orionis) ou de alguma outra estrela. No entanto, os astrônomos também usam o DIA SIDERAL, que é definido em termos do período de rotação da Terra em relação às estrelas muito distantes, supostamente fixas na Esfera Celeste.

Um dia solar, definido como tendo 24 horas de duração, é um pouco mais longo do que um dia sideral porque a Terra não apenas gira, mas também se move ao longo da sua órbita ao redor do Sol em um dia.

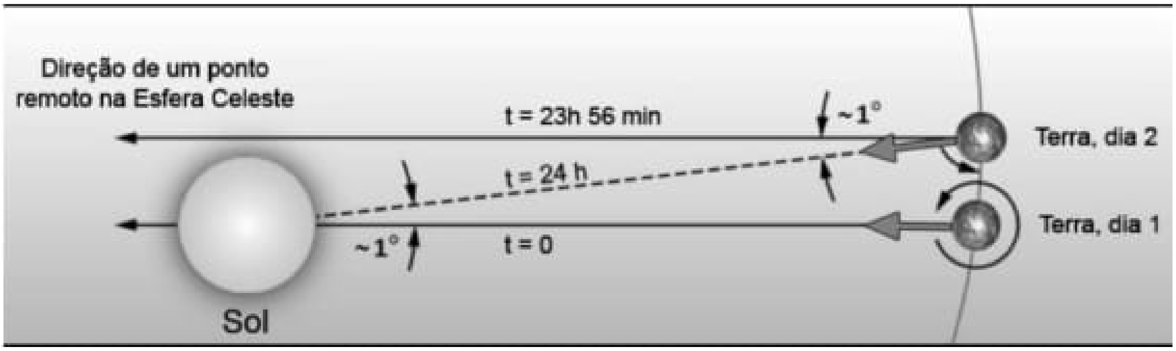
A geometria deste sistema pode ser vista na figura a seguir, fora de escala.

A Terra dá uma volta de 360° em torno do Sol em cerca de 365 dias, logo, ela percorre:

$$\frac{360^\circ}{365 \text{ dias}} \approx 1^\circ/\text{dia}$$

Sendo assim, para que o Sol passe pelo seu meridiano local duas vezes consecutivas, que representa o "Dia Solar", a Terra tem que girar 361 graus sobre seu eixo de rotação.

Resumindo: "1 dia solar (24h = 1440 min)" corresponde a 361° e um dia sideral corresponde a 360°.



Usando a "regra de três", temos:

$$\frac{1440 \text{ min}}{x \text{ min}} = \frac{361^\circ}{360^\circ} \Rightarrow x \approx 1436 \text{ min} = \text{dia sideral}$$

Logo, o dia solar (1440 min) é maior do que o dia sideral (1436 min) em 4 minutos ($1440 - 1436 = 4$ min). Portanto, o **DIA SIDERAL** é cerca de 4 minutos mais curto do que o **DIA SOLAR** e toda estrela nasce 4 minutos mais cedo a cada dia.

Suponha que numa determinada noite você veja, da sua janela, a estrela Canopus (a estrela mais brilhante da constelação de Carina e a segunda estrela mais brilhante no céu noturno) nascendo por detrás de um prédio às 23h.

Assinale a opção que traz a hora de nascimento de Canopus depois de 45 dias.

a) 0h

b) 2h

c) 19h

d) 20h

e) 23h

Solução:

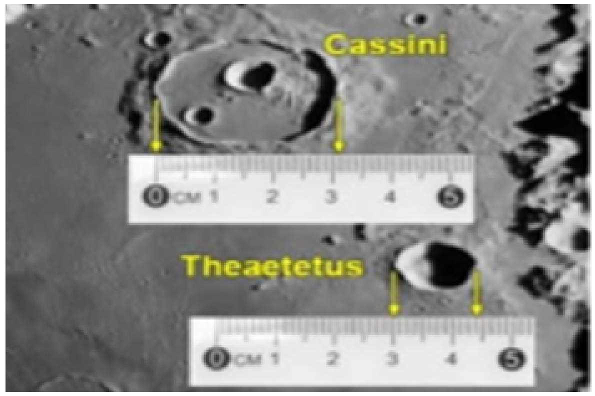
A estrela Canopus, como todas as estrelas fixas, nasce aproximadamente 4 minutos mais cedo a cada dia, devido à combinação do movimento de rotação da Terra com seu movimento de translação ao redor do Sol. Essa diferença se dá porque a Terra leva cerca de 23 horas e 56 minutos para completar uma rotação em relação às estrelas (um dia sideral), enquanto um dia solar — aquele que usamos em nossos relógios — dura cerca de 24 horas. Assim, com o passar dos dias, o céu noturno parece "adiantar-se", fazendo com que as estrelas surjam no horizonte leste cada vez mais cedo.

Dado que Canopus nasce 4 minutos mais cedo a cada dia, após 45 dias essa diferença acumulada será de $45 \times 4 = 180$ minutos, ou seja, 3 horas. Se no primeiro dia do acompanhamento Canopus nasceu às 23 horas (11 da noite), então 45 dias depois ela nascerá 3 horas antes disso, isto é, às $\boxed{\text{20horas}}$.

Resposta: (d)

Questão 6 Na foto a seguir, vemos em detalhe duas crateras lunares localizadas no canto nordeste do Mare Imbrium: Cassini e Theaetetus. A primeira nomeada em homenagem ao astrônomo francês

Jean Dominique Cassini ($1625 - 1712$), descobridor de 4 satélites de Saturno e da principal divisão de seus anéis e a segunda, em homenagem ao filósofo grego do século IV a.C., amigo de Platão, Théétète, na forma latinizada do seu nome. Considere que ambas as crateras são circulares e que Cassini tem 58 km de diâmetro. Baseado nas medidas feitas com as réguas, assinale a opção que traz o valor aproximado do diâmetro da cratera Theaetetus.



a) ( ) 20 km.

b) ( ) 23 km.

c) ( ) 26 km.

d) ( ) 29 km.

e) ( ) 32 km.

Solução:

Pela imagem, verificamos que a medição na régua do diâmetro da cratera Cassini e da cratera Theaetetus são $3,1$ cm e $1,4$ cm, respectivamente. Como a escala usada é a mesma em ambas as réguas e a sonda Cassini possui um diâmetro real de 58 km, basta realizarmos uma regra de três para encontrarmos o diâmetro real D da cratera Theaetetus. Portanto:

$$\frac{1,4cm}{D} = \frac{3,1cm}{58km}$$

$$D = \frac{58 \cdot 1,4}{3,1} = 26,19km \approx 26km$$

Resposta: (c)

Questão 7 A tabela a seguir traz algumas características gerais dos planetas rochosos do Sistema Solar.

	Mercúrio	**Vênus**	**Terra**	**Marte**
Diâmetro Equatorial, em diâmetro da Terra	0,382	0,948	1	0,532
Massa, em massa da Terra	0,055	0,815	1	0,107
Distância média ao Sol, em UA	0,387	0,723	1	1,524
Período orbital, em ano(s)	0,241	0,615	1	1,881

Baseado nas informações contidas nessa tabela, **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. ( ) A massa da Terra é cerca de 18 vezes a massa de Mercúrio;

2. ( ) Se a massa de Marte fosse a mesma da Terra, seu período orbital também seria de 1 ano;
3. ( ) Se Vênus estivesse à mesma distância média do Sol que está Mercúrio, seu período orbital seria de cerca de 88 dias;
4. ( ) Marte tem quase o dobro da área superficial de Mercúrio.
5. ( ) Mercúrio tem quase 40% do diâmetro da Terra. Portanto, se ele estivesse à mesma distância do Sol que está a Terra, seu período orbital seria de cerca de 40% menor que o da Terra.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta de **F** e **V**.

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

b) ( ) 1ª (V) - 2ª (V) - 3ª (V) - 4ª (V) - 5ª (F)

c) ( ) 1ª (V) - 2ª (F) - 3ª (V) - 4ª (F) - 5ª (F)

d) ( ) 1ª (F) - 2ª (V) - 3ª (V) - 4ª (F) - 5ª (F)

e) ( ) 1ª (F) - 2ª (V) - 3ª (F) - 4ª (F) - 5ª (V)

Solução:

Analisando cada afirmação:

1. (V): Pela tabela, verificamos que a razão entre a massa da Terra e a massa de Mercúrio é: $\frac{1}{0{,}055} \approx 18,18$. Logo, a massa da Terra é cerca de 18 vezes a massa de Mercúrio e a afirmação é verdadeira.
2. (F): Pela Terceira Lei de Kepler, sabemos que o período orbital P de um planeta se relaciona com a sua distância média ao Sol r pela seguinte relação: $P^2 = kr^3$, sendo k uma constante que depende apenas da massa do Sol. Portanto, como a massa do planeta não interfere no valor dessa constante e, consequentemente, no valor da proporção, concluímos que o período orbital de Marte permaneceria o mesmo, ainda que sua massa fosse alterada. Logo, a afirmação é falsa.
3. (V): Novamente pela Terceira Lei de Kepler, caso a distância média do Sol à Vênus fosse igual à distância média do Sol à Mercúrio, o período orbital de ambos os planetas seriam iguais, uma vez que a constante k para eles vale o mesmo. Assim, o novo período orbital de Vênus seria $P = 0,241$ anos. Convertendo esse valor para dias: $P = 0,241 \cdot 365 \approx 88$ dias. Logo, essa afirmação é verdadeira.
4. (V): A área superficial de uma planeta é equivalente à área superficial de uma esfera, ou seja, ela é dada por: $A = 4\pi R^2$, sendo R o raio do planeta. Como o diâmetro equatorial D é o dobro do raio, podemos escrever que: $A = 4\pi\left(\frac{D}{2}\right)^2 = \pi D^2$. Assim, comparando as áreas superficiais de Marte e de Mercúrio:

$$\frac{A_{Marte}}{A_{Mercúrio}} = \frac{\pi D_{Marte}^2}{\pi D_{Mercúrio}^2} = \left(\frac{D_{Marte}}{D_{Mercúrio}}\right)^2$$

   Substituindo os valores fornecidos na tabela:

$$\frac{A_{Marte}}{A_{Mercúrio}} = \frac{0,532^2}{0,382^2} = 1,94 \approx 2$$

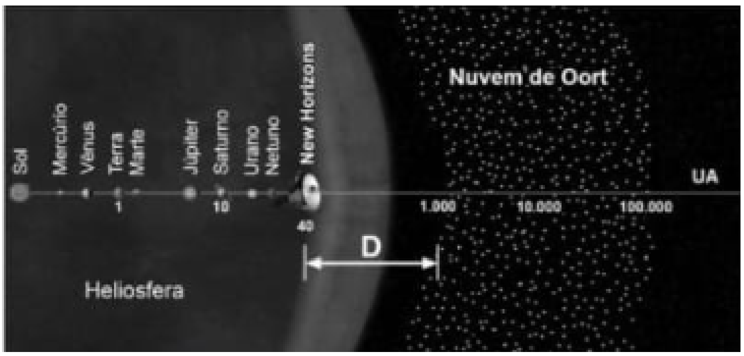
   Logo, Marte tem quase o dobro da área superficial de Mercúrio e a afirmação é verdadeira.
5. (F): Conforme afirmado anteriormente, a constante da Terceira Lei de Kepler depende apenas da massa da estrela (no caso, o Sol). Ou seja, o tamanho do planeta não interfere no seu período orbital ou no seu semieixo maior. Caso Mercúrio estivesse à mesma distância

média do Sol que a Terra, o seu período orbital seria igual ao da Terra. Logo, essa afirmação é falsa.

Resposta: (a)

Questão 8 A nuvem de Oort, também chamada de nuvem de Öpik-Oort, é uma nuvem esférica de cometas e asteroides hipotética (ou seja, não observada diretamente) que possivelmente se localiza nos limites do Sistema Solar. A borda interna da parte principal da Nuvem de Oort pode estar até 1.000 UA do nosso Sol, e a borda externa é estimada em cerca de 100.000 UA do Sol.

A existência da Nuvem de Oort foi proposta pelo astrônomo e astrofísico holandês Jan Oort (1900–1992) para explicar a origem dos cometas de longo período e por que eles parecem vir de todas as direções do Sistema Solar.



A sonda *New Horizons*, que passou pelo planeta anão Plutão em julho de 2015, é uma das naves espaciais mais rápidas já montadas. Quando passou por Plutão (cerca de 40 UA do Sol), ela estava se movendo com velocidade relativa de $v = 14{,}2\,\text{km/s}$ ($\approx 3{,}0\,\text{UA/ano}$).

Mantendo essa velocidade, quanto tempo levará, aproximadamente, para a *New Horizons* percorrer a distância D entre Plutão e o início da Nuvem de Oort, distante cerca de 1.000 UA do Sol?

a) 14,2 anos

b) 40 anos

c) 320 anos

d) 333 anos

e) 960 anos

Solução:

Como vemos no enunciado e é mostrado na figura, a distância D é a distância entre Plutão e a Nuvem de Ort. Como Plutão está a 40 UA do Sol e a Nuvem de Ort a 1000 UA do sol, temos que a distância entre os dois é a diferença:

$$D = (1000 - 40)UA = 960UA$$

O que também pode ser visto observando a geometria da figura. Assim, como a velocidade do satélite é uma constante, podemos considerar sua trajetória como um Movimento Retílinio Uniforme(MRU). Assim, a velocidae é simplesmente o deslocamento pelo tempo:

$$v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{D}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{D}{v} = \frac{960\text{UA}}{3\text{UA/ano}} \rightarrow \boxed{\Delta t = 320\,\text{anos}}$$

Resposta: (c)

Questão 9 O Projeto Lessonia-1 é uma constelação de satélites brasileiros de sensoriamento remoto óptico que operarão em órbita baixa heliossíncrona - uma trajetória que permite ao satélite passar sobre cada ponto da Terra sempre no mesmo horário local, ideal para comparações de imagens ao longo do tempo.

Com resolução espacial de até 1 metro, os satélites Lessonia-1 fornecem imagens de alta qualidade para monitorar desmatamentos, queimadas, cheias de rios, ocupação urbana, agricultura e desastres naturais. Assinale a alternativa correta:

a) ( ) Satélites em órbita heliossíncrona como os do Projeto Lessonia-1 são ideais para obter imagens consistentes da Terra, com boa resolução e frequência de revisita.

b) ( ) O Projeto Lessonia-1 é composto por satélites geoestacionários que transmitem sinal de TV para áreas rurais do Brasil.

c) ( ) Sensoriamento remoto por satélites de baixa órbita só funciona durante a noite, com sensores de infravermelho.

d) ( ) A principal função dos satélites do Lessonia-1 é fornecer dados meteorológicos para redes de televisão.

e) ( ) Satélites de órbita heliossíncrona só são úteis para missões de observação astronômica fora da Via Láctea.

Solução:

Vamos analisar cada alternativa:

a) **Correta.** Conforme afirmado no enunciado, a resolução espacial dos satélites do Projeto Lessonia-1 é de até 1 metro, ou seja, cada pixel da imagem representa uma área de 1 m^2 na superfície da Terra, sendo considerada uma alta resolução que permite maior precisão e detalhamento nas imagens obtidas por sensoriamento remoto. Além disso, como o satélite passa sobre cada ponto da Terra sempre no mesmo horário local, sua taxa de revisita (frequência com que o satélite mapeia um determinado local da Terra) é alta. Dessa forma, esses dois fatores fazem com que satélites de órbita heliossíncronas sejam ideias para obter imagens consistentes do planeta.

b) **Falsa.** O Projeto Lessonia-1 é composto por satélites de órbita heliossíncrona, um tipo de órbita quase polar que mantém o satélite sempre alinhado com a posição do Sol. Os satélites geoestacionários, por sua vez, são aqueles que possuem um período orbital igual ao período de rotação da Terra, retornando à mesma posição no céu após cada dia sideral (órbita geossíncrona).

c) **Falsa**. A órbita heliossíncrona é usada por satélites que necessitam de luz para desempenharem suas funções, uma vez que esse tipo de órbita garante que a iluminação do Sol seja consistente em cada uma de suas passagens sobre um determinado local, permitindo uma melhor comparação de dados obtidos por satélites de sensoriamento remoto.

d) **Falsa**. Conforme afirmado na questão, os satélites do Projeto Lessonia-1 fornecem dados sobre desmatamentos, queimadas, cheias de rios, ocupação urbana, agricultura e desastres ambientais, ou seja, os seus dados coletados ajudam no monitoramento das mudanças climáticas, do meio ambiente e da superfície terrestre, Vale ressaltar, ainda, que os principais satélites usados em sistemas de comunicação são os de órbita geoestacionária.

e) **Falsa**. Os satélites de órbita heliossíncrona são projetados para observações da Terra e não para observações extragalácticas.

Resposta: (a)

Questão 10 Para um foguete subir e sair da Terra, ele precisa queimar propelente. Quando isso acontece, o foguete lança os gases bem fortes para baixo e, com isso, ele sobe. Nos foguetes, o que sai são gases bem quentes e rápidos, que empurram o foguete para cima.

Suponha que durante a decolagem, um foguete queime propelente a uma taxa de 3,0 kg/s e que os gases da queima sejam expelidos com uma velocidade constante de 4.000 m/s.

Sabendo que a massa inicial do foguete (antes de começar a queima) é de 1.000 kg, assinale a opção que traz a aceleração inicial do foguete, desprezando a resistência do ar e os efeitos da gravidade.

Dica: Use as fórmulas:

$$F = \frac{\Delta m}{\Delta t} \cdot v_e \quad \text{e} \quad a = \frac{F}{m}$$

onde F é a força para cima, $\Delta m/\Delta t$ é a taxa de queima de propelente, v_e é a velocidade dos gases de exaustão e a é a aceleração inicial.

a) $3\,\mathrm{m/s^2}$

b) $4\,\mathrm{m/s^2}$

c) $6\,\mathrm{m/s^2}$

d) $8\,\mathrm{m/s^2}$

e) $12\,\mathrm{m/s^2}$

Solução:

Utilizando das fórmulas e o dados trazidos pelo próprio enunciado, podemos calcular a força como sendo:

$$F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v_e = 3\frac{kg}{s} \cdot 4000\frac{m}{s} = 12000\frac{kg \cdot m}{s^2}$$

Assim, podemos calcular a aceleração como sendo:

$$a = \frac{F}{m} = \frac{12000\frac{kg \cdot m}{s^2}}{1000kg} \rightarrow \boxed{a = 12\frac{\mathrm{m}}{\mathrm{s}^2}}$$

Logo, a alternativa correta é o item e).

Resposta: (e)