



OLIMPIADA BRASILEIRA DE
ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA

OBA - Resoluções

Prof. Thiago Paulin Caraviello

Prova da OBA 2023

1) Alternativa A

Se é o dia do Equinócio de Outono, o Sol está nascendo no Ponto Cardeal Leste. Portanto, na imagem, o Norte está para a esquerda e o Sul está para a direita.

1ª) *Verdadeiro*. Pois depois do Equinócio de Outono o Sol se encaminha para o Solstício de Inverno e como o Monte Fuji está no Hemisfério Norte, a cada dia o Sol nascerá mais ao Sul (mais para a direita).

2ª) *Falso*. Pelo mesmo motivo já exposto na 1ª afirmação.

3ª) *Falso*. Pois em 1 ano, o Sol nascerá alinhado com o cume do Monte Fuji 2 vezes, no Equinócio de Outono e, novamente, no Equinócio da Primavera.

4ª) *Verdadeiro*. Pelo motivo já exposto na 3ª afirmação.

5ª) *Verdadeiro*. Pois de outra maneira não se veria o Sol nascer alinhado ao cume nos dias dos Equinócios.

2) Alternativa B

1ª) *Verdadeiro*. Isto é exatamente o que diz a Segunda Lei de Kepler.

2ª) *Verdadeiro*. No mesmo intervalo de tempo, o planeta percorre uma distância maior ($D_{AB} > D_{XY}$), portanto, no trecho AB sua velocidade é maior do que no trecho XY.

3ª) *Verdadeiro*. De A para B o planeta se aproxima do ponto mais próximo do Sol de sua órbita, que é o periélio.

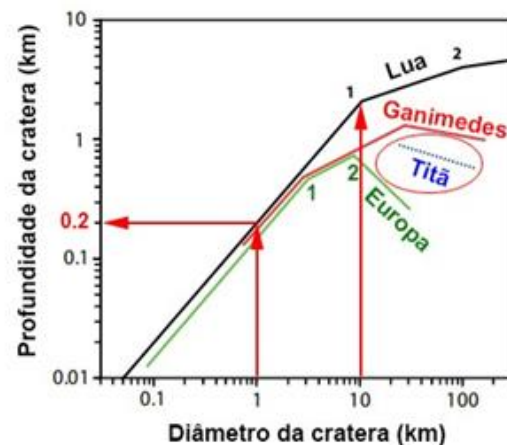
4ª) *Verdadeiro*. Depois que o planeta passa pelo ponto mais afastado do Sol, o afélio, onde a velocidade orbital é mínima, o planeta passa a acelerar para atingir sua velocidade máxima no periélio.

5ª) *Verdadeiro*. Pelo motivo já exposto na 4ª afirmação.

3) Alternativa C

Analisando o gráfico, temos:

- Crateras com 1 km de diâmetro também costumam ter 0,2 km de profundidade;
- Na linha referente à lua Europa temos duas “quebras”, indicando três tipos de crateras: simples para complexas (primeira “quebra” em 1) e de crateras complexas para bacias com multianéis (segunda “quebra” em 2);
- Na Lua, crateras com diâmetros de até 10 km são consideradas crateras simples (opção correta);
- A profundidade das crateras da Lua é sempre MAIOR do que as de Ganimedes (a linha da Lua está acima da linha de Ganimedes);
- Em Titã, encontramos apenas 1 tipo de cratera (sua linha não apresenta “quebras”).



4) Alternativa B

Pela figura vemos que 1 Dia Sideral se passou entre o momento A e B, pois as estrelas “fixas” voltaram a ficar na mesma posição no céu para o observador.

No momento A, para o observador voltado para o Sol, está acontecendo o meio-dia solar verdadeiro, pois o Sol está na sua posição mais alta e esta situação volta a se repetir no momento C. Como, por definição, 1 Dia solar tem 24 horas, este foi o tempo que se passou entre o momento A e C.

Vemos assim que o Dia Sideral é mais curto que o Dia Solar em cerca de 4 minutos. Portanto entre o momento A e B se passaram $24 \text{ h} - 4 \text{ min} = 23 \text{ h } 56 \text{ min}$.

5) Alternativa D

1ª) *Falso*. Júpiter absorve 8,3 de 12,6, portanto:

$$a_{Jup} = \frac{8,3}{12,6} \times 100\% \Rightarrow a_{Jup} = 65,9\%$$

Saturno absorve 2,4 de 3,7, portanto:

$$a_{Sat} = \frac{2,4}{3,7} \times 100\% \Rightarrow a_{Sat} = 64,9\%$$

2ª) *Falso*. Júpiter está mais próximo do Sol, portanto recebe luz do Sol com mais intensidade.

3ª) *Verdadeiro*. Ambos os planetas possuem fontes internas de calor que se somam à energia reemitida.

4ª) *Verdadeiro*. Saturno reflete 1,3 de 3,7, portanto:

$$r_{Sat} = \frac{1,3}{3,7} \times 100\% \Rightarrow r_{Sat} = 35,1\%$$

Júpiter reflete 4,3 de 12,6, portanto:

$$r_{Jup} = \frac{4,3}{12,6} \times 100\% \Rightarrow r_{Jup} = 34,1\%$$

5ª) *Verdadeiro*. Na figura vemos que: $fonte_{Jup} > fonte_{sat}$, pois $5,8 > 2,2$.

6) Alternativa C

1ª) *Falso*. Analisando o gráfico, temos que a redução do brilho foi inferior a 2%.

2ª) *Falso*. Analisando o gráfico, temos que o máximo ocorreu pouco antes das 16h.

3ª) *Falso*. Do enunciado, temos que 1 ano deste exoplaneta dura apenas 3,5 dias terrestres, portanto em 365 dias o exoplaneta deu $365/3,5 = 104$ voltas.

4ª) *Falso*. A partir das relações apresentadas, temos que a distância D , em parsec, é:

$$D = 1.150 \text{ al} \times \frac{1 \text{ pc}}{3,26 \text{ al}} \Rightarrow d = 353 \text{ pc}$$

5ª) *Verdadeiro*. Da definição de densidade e a partir da equação do volume da esfera, temos que a densidade d do planeta WASP-96 b em função da densidade de Júpiter d_{Jup} é:

$$\left| \begin{array}{l} d = \frac{m}{V} \\ V = \frac{4}{3} \pi r^3 \end{array} \right. \Rightarrow d = \frac{3m}{4\pi r^3} = \frac{3(0,5m_{Jup})}{4\pi(1,2r_{Jup})^3} \Rightarrow d = 0,29 \times \left[\frac{3m_{Jup}}{4\pi r_{Jup}^3} \right] = 0,29 \times d_{Jup} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow d = 30\% d_{Jup}$$

7) Alternativa E

Pelo esquema apresentado, vemos que, quando a sombra do obelisco está sobre a:

- linha 2, isso significa que o Sol está nascendo no Ponto Cardeal Leste e, portanto, no início da Primavera ou do Outono;
- linha 4, isso significa que o Sol está se pondo mais ao norte possível do Ponto Cardeal Oeste e, portanto, indicando o início do Inverno;
- linha 1, isso significa que o Sol está nascendo mais ao sul possível do Ponto Cardeal Leste e, portanto, no início do Verão (opção correta);
- linha 5, isso significa que o Sol está se pondo no Ponto Cardeal Leste e, portanto, no início da Primavera ou do Outono;
- linha 6, isso significa que o Sol está se pondo mais ao sul possível do Ponto Cardeal Oeste e, portanto, indicando o início do Verão.

8) Alternativa A

Item a) Fazendo as contas que faltam na tabela, temos:

- Falcon 9: $70.000.000/17.500 = \text{US\$ } 4.000/\text{kg}$
- Kuaizhou-1A: $6.000.000/300 = \text{US\$ } 20.000/\text{kg}$
- Proton: $175.000.000/25.000 = \text{US\$ } 7.000/\text{kg}$

Conclui-se que o *Falcon 9* é o foguete com o menor custo específico: U\$ 4.000,00/kg.

Item b) Dois satélites de 7.500 kg cada, dariam uma massa total de 15.000 kg. De acordo com os dados da segunda coluna da tabela, 3 foguetes podem atender: Falcon 9, Ariane 5 e Proton. Contudo, o *Falcon 9* é aquele que apresenta o menor preço do foguete: U\$ 70.000.000,00.

Item c) 60 satélites com massa de 1,5 kg cada, perfaz uma massa total de 90 kg. Todos os foguetes mostrados na tabela possuem capacidade para lançar esses satélites. O chinês Kuaizhou-1A é o mais barato, U\$ 6.000.000,00, mas como estes satélites não podem ser lançados por um foguete chinês, a opção mais barata é do foguete *Electron*: U\$ 7.500.000,00.

9) Alternativa D

Item a) O VCUB-1 precisa ser posicionado em sua órbita de 500 km vindo de uma altitude de 600 km, portanto deve reduzir sua altitude em 100 km. Como o VCUB-1 precisa de 1 dia para reduzir 20 km, para realizar tal manobra serão necessários 5 dias.

Item b) O satélite D será colocado a 520 km de altitude, portanto, para colocar o VCUB-1 na sua órbita final a 500 km de altitude podemos usar uma regra de três simples para encontrar a massa de propelente que será consumida:

$$\frac{200 \text{ g de propelente}}{10 \text{ km}} = \frac{X \text{ g de propelente}}{(520 - 500) \text{ km}} \rightarrow X = \frac{200 \text{ g} \times 20 \text{ km}}{10 \text{ km}} = 400 \text{ g} = 0,4 \text{ kg}$$

10) Alternativa E

Item a) O semieixo da órbita S é metade da distância entre os pontos A e B, portanto:

$$S = \frac{1 + 1,5}{2} \Rightarrow S = 1,25 \text{ UA}$$

Item b) Da terceira lei de Kepler, temos que o período T da órbita de transferência é:

$$\frac{T^2}{S^3} = \frac{T_T^2}{R_T^3} \Rightarrow \frac{T^2}{1,25^3} = \frac{12^2}{1^3} \Rightarrow T^2 = 12^2 \times 1,25^3 \Rightarrow T = 12 \times 1,25 \times \sqrt{1,25} \Rightarrow$$

$$\Rightarrow T = 12 \times 1,25 \times 1,12 \Rightarrow T = 16,8 \text{ meses}$$

Como o tempo da manobra Δt corresponde à metade do período da órbita de transferência, temos:

$$\Delta t = \frac{T}{2} = \frac{16,8}{2} \Rightarrow \Delta t = 8,4 \text{ meses}$$

Prova da OBA 2024

1) Alternativa B

Sabendo que asteroide está localizado no Cinturão Principal de Asteroides (entre Marte e Júpiter) seu período orbital é maior do que o da Terra $P_{ast} > P_{Terra}$. Portanto, da equação do período sinódico, temos:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_{Terra}} - \frac{1}{P_{ast}} = \frac{1}{1 \text{ ano}} - \frac{1}{6 \text{ anos}} \Rightarrow S = 1,2 \text{ ano}$$

2) Alternativa C

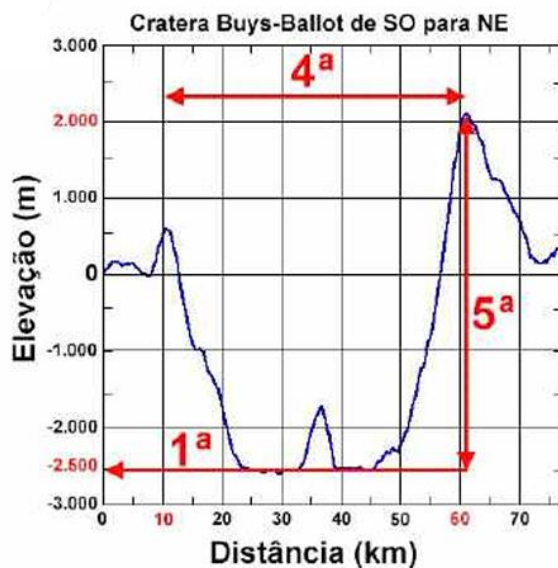
1ª) *Verdadeiro*. Analisando o gráfico, temos que o piso da cratera tem elevação de aproximadamente -2.500 m, portanto, 2,5 km abaixo da superfície média lunar representada pela elevação 0 (zero).

2ª) *Falso*. Das informações fornecidas no enunciado, esta cratera se localiza no lado oculto da Lua, portanto, impossível de ser vista da Terra.

3ª) *Falso*. O enunciado afirma que se o Sol está nascendo para a cratera Buys-Ballot, portanto, se erguendo no horizonte lunar, de forma que o fundo da cratera ficou mais iluminado depois de alguns dias.

4ª) *Verdadeiro*. Analisando o gráfico temos que a largura da Cratera de borda a borda é: $60 \text{ km} - 10 \text{ km} = 50 \text{ km}$.

5ª) *Verdadeiro*. Analisando o gráfico, temos que a altura da borda é mais alta até o piso é: $2.000 \text{ m} - (-2.500 \text{ m}) = 4.500 \text{ m}$.



3) Alternativa B

Considerando que dois quadrinhos sucessivos representam um período orbital do cometa, temos:

$$P_{cometa} = 1969 - 1944 \Rightarrow P_{cometa} = 25 \text{ anos}$$

4) Alternativa D

Analisando o gráfico, temos que a partir de Júpiter (distância > 5 UA) as temperaturas ficam abaixo dos 150 K e, portanto, abaixo da temperatura de sublimação do gelo de água.

5) Alternativa D

1ª) *Falso*. O enunciado afirma que o gnômon do relógio precisa apontar para o Polo Celeste.

2ª) *Falso*. O enunciado afirma que esse relógio foi projetado para funcionar somente no Hemisfério Norte.

3ª) *Verdadeiro*. Analisando o relógio, temos que a hora central (hora de “menor altura” indicada no mostrador) é 1 hora da tarde, ou seja, 1 hora adiantada em relação ao meio-dia indicado pelo Sol (meio-dia solar verdadeiro). Portanto, o mostrador foi adaptado para o horário de verão.

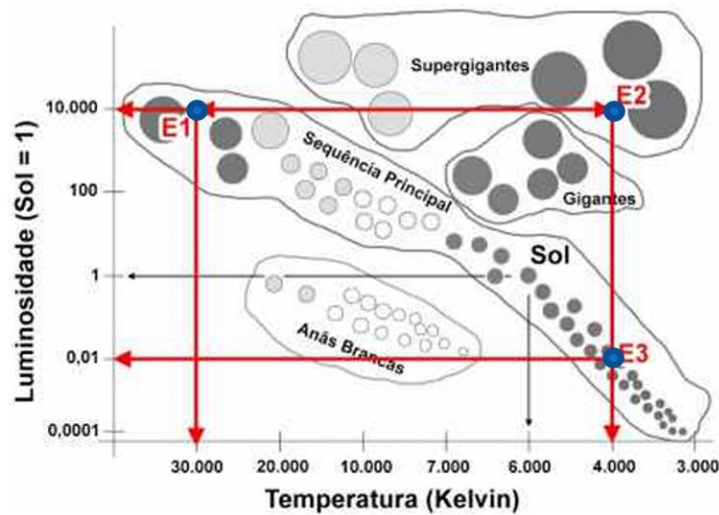
4ª) *Verdadeiro*. Analisando a sombra do gnômon, vemos que ele está entre as marcações 9h15min e 9h30min.

5ª) *Verdadeiro*. Em dias nublados não haverá sombra projetada no mostrador, impedindo de lermos a hora.



6) Alternativa D

Representando as estrelas E1, E2 e E3 no diagrama HR, temos:



Portanto, E1 e E3 são classificadas com estrelas da Sequência Principal e E2 uma Supergigante.

7) Alternativa E

Considerando a velocidade da sonda constante, da definição de velocidade média, temos:

$$v = \frac{d}{\Delta t} \Rightarrow 1.500.000 \frac{km}{dia} = \frac{d}{5 \times 30 \text{ dias}} \Rightarrow d = 225.000.000 \text{ km}$$

8) Alternativa C

Item a) Aplicando a segunda Lei de Newton para a massa M_2 no momento da separação, temos:

$$R = m \cdot \gamma \Rightarrow E_2 - M_2 \cdot g = M_2 \cdot a_2 \Rightarrow 1,4 \times 10^7 - 1,4 \times 10^6 \times 10 = 1,4 \times 10^6 \cdot a_2 \Rightarrow a_2 = 0$$

Item a) Aplicando a segunda Lei de Newton para a massa M_1 no momento da separação, temos:

$$R = m \cdot \gamma \Rightarrow E_1 - F - M_1 \cdot g = M_1 \cdot a_1 \Rightarrow 7 \times 10^6 - 1,12 \times 10^7 - 7 \times 10^5 \times 10 = 7 \times 10^5 \cdot a_1 \Rightarrow a_1 = -16 \text{ m/s}^2$$

Item c) A aceleração relativa entre M_2 e M_1 no momento da separação é:

$$a_{rel} = a_2 - a_1 = 0 - (-16) \Rightarrow a_{rel} = 16 \text{ m/s}^2$$

9) Alternativa C

Item a) Da definição de energia potencial gravitacional, temos:

$$E_{pot} = -\frac{m_s \times M \times G}{d} = -\frac{600 \times 1,27 \times 10^{20}}{6 \times 10^9} \Rightarrow E_{pot} = -1,27 \times 10^{13} \text{ J}$$

Item b) A partir da conservação da energia mecânica, temos que o módulo da velocidade da sonda é:

$$\begin{cases} E_{cin} + E_{pot} = E_{mec} \\ E_{cin} = \frac{m_s V^2}{2} \end{cases} \Rightarrow \frac{m_s V^2}{2} + E_{pot} = E_{mec} \Rightarrow \frac{600 V^2}{2} - 1,27 \times 10^{13} = -7 \times 10^{11} \text{ J} \Rightarrow \\ \Rightarrow V = 2 \times 10^5 \text{ m/s} = 200 \text{ km/s}$$

10) Alternativa C

1ª) *Falso*. Analisando o gráfico, temos que o maior período de desmatamento foi entre 2020 e 2021.

2ª) *Verdadeiro*. De 2022 para 2023 as multas passaram de 2545 para 5169, ou seja, mais que dobrou.

3ª) *Falso*. A área total desmatada entre 2017 e 2023 foi de:

$$A_{desmatada} = 7.536 + 10.129 + 10.851 + 13.038 + 11.594 + 9.001 \Rightarrow A_{desmatada} = 62.149 \text{ km}^2$$

Portanto, maior do 3 vezes a área de Alagoas ($3 \times 13.038 = 39.114 \text{ km}^2$).

4ª) *Verdadeiro*. Comparando o desmatamento entre 2022 a 2023, temos:

$$t = \frac{9001}{11594} \times 100\% \Rightarrow t = 77,6\%$$

Portanto, houve uma queda de 22,36% entre estes anos.

5ª) *Verdadeiro*. Analisando o gráfico, temos que quanto maior o número de multas, menor o desmatamento.

Prova da OBA 2025

1) Alternativa B

Considerando que sejam descobertas mais 40 luas no Sistema Solar nos próximos 5 anos, sabendo que existem 8 planetas, a nova média n será:

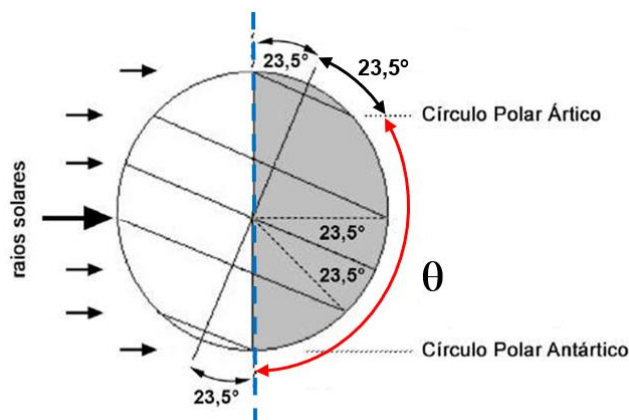
$$n = \frac{(8 \times 36 + 40) \text{ luas}}{8 \text{ planetas}} \Rightarrow n = 41 \frac{\text{luas}}{\text{planeta}}$$

2) Alternativa D

Da geometria do sistema, temos que ângulo θ entre os dois círculos polares, é:

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

$$\Rightarrow \theta = 133^\circ$$



3) Alternativa C

A partir da equação simplificada da 3ª Lei de Kepler, temos:

$$P^2 = r^3 \Rightarrow P^2 = 100^3 \Rightarrow P = 1000 \text{ anos}$$

4) Alternativa E

Sabendo que a Terra leva 1 ano para completar uma volta ao redor dos Sol, e que Marte leva 1,88 ano, temos que o movimento descrito se repetirá novamente após um intervalo de tempo S conhecido como período sinódico, cujo valor é:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_{Terra}} - \frac{1}{P_{Marte}} \Rightarrow \frac{1}{S} = \frac{1}{1 \text{ ano}} - \frac{1}{1,88 \text{ ano}} \Rightarrow S = 2,14 \text{ anos} \approx 2 \text{ anos e 1 mês}$$

Como o evento ocorreu em dezembro de 2024, ele se repetirá novamente em **janeiro de 2027**.

5) Alternativa D

Sabendo que a cada 1 dia solar, Canopus nasce 4 min mais cedo, temos que após 45 dias solares Canopus terá se atrasado:

$$\Delta t = \frac{4 \text{ min}}{1 \text{ dia solar}} \times 45 \text{ dias solares} \times \frac{1 \text{ h}}{60 \text{ min}} \Rightarrow \Delta t = 3 \text{ h}$$

Considerando um instante inicial que Canopus nasceu às 23h, após 45 dias ela nascerá às 20 h como indicado na alternativa D.

6) Alternativa C

A partir das proporções apresentadas, temos que o diâmetro d da cratera Theaetetus é:

$$d = \frac{58 \text{ km}}{3,1 \text{ cm}} \times 1,4 \text{ cm} \Rightarrow d \approx 26,2 \text{ km}$$

7) Alternativa A

1ª) *Verdadeiro*. Analisando a tabela, temos que:

$$M_{\text{Mercúrio}} = 0,055 \times M_{\text{Terra}} \Rightarrow M_{\text{Terra}} = \frac{1}{0,055} \times M_{\text{Mercúrio}} \Rightarrow M_{\text{Terra}} \approx 18,2 \times M_{\text{Mercúrio}}$$

2ª) *Falso*. O período orbital está relacionado à distância ao Sol e não à massa do planeta.

3ª) *Verdadeiro*. O período orbital está relacionado à distância ao Sol e se Vênus estivesse à mesma distância ao Sol que está Mercúrio, teria, sim, o mesmo período orbital dele. Pela tabela, temos:

$$P_{\text{Vênus}} = P_{\text{Mercúrio}} \Rightarrow P_{\text{Vênus}} = 0,241 \text{ ano} = 0,241 \text{ ano} \times \frac{365 \text{ dias}}{1 \text{ ano}} \Rightarrow P_{\text{Vênus}} \approx 88 \text{ dias}$$

4ª) *Verdadeiro*. Considerando os planetas perfeitamente esféricos e sabendo que a área de uma esfera é dada por $A = \pi \left(\frac{D}{2}\right)^2$, onde D é o diâmetro do planeta, temos:

$$\frac{A_{\text{Marte}}}{A_{\text{Mercúrio}}} = \frac{\pi \left(\frac{D_{\text{Marte}}}{2}\right)^2}{\pi \left(\frac{D_{\text{Mercúrio}}}{2}\right)^2} \Rightarrow \frac{A_{\text{Marte}}}{A_{\text{Mercúrio}}} = \left(\frac{D_{\text{Marte}}}{D_{\text{Mercúrio}}}\right)^2 = \left(\frac{0,532 \times D_{\text{Terra}}}{0,382 \times D_{\text{Terra}}}\right)^2 \Rightarrow \frac{A_{\text{Marte}}}{A_{\text{Mercúrio}}} = 1,94 \approx 2$$

5ª) *Falso*. O período orbital está relacionado à distância ao Sol e não ao diâmetro do planeta.

8) Alternativa C

A partir das informações apresentadas, temos que a distância D entre Plutão e o início da Nuvem de Oort é:

$$D = 1000 \text{ UA} - 40 \text{ UA} \Rightarrow D = 960 \text{ UA}$$

Considerando que durante esse percurso a sonda vai manter a sua velocidade, temos:

$$v = \frac{D}{\Delta t} \Rightarrow 3 \frac{\text{UA}}{\text{ano}} = \frac{960 \text{ UA}}{\Delta t} \Rightarrow \Delta t = 320 \text{ anos}$$

9) Alternativa A

De acordo com as informações apresentadas no enunciado, os satélites em órbita heliossíncrona baixapassam sempre sobre cada ponto da Terra, sempre no mesmo horário local, e são ideias para comparações de imagens ao longo do tempo. Portanto, esses satélites se tornam ideias para obter imagens consistentes da Terra com boa resolução e frequência de revisita.

10) Alternativa E

A partir das equações apresentadas no enunciado, temos que a aceleração a do foguete é:

$$\left| \begin{array}{l} F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v_e \\ a = \frac{F}{m} \end{array} \right. \Rightarrow a = \frac{\Delta m \cdot v_e}{\Delta t \cdot m} = 3 \frac{kg}{s} \times 4000 \frac{m}{s} \times \frac{1}{1000 kg} \Rightarrow a = 12 \frac{m}{s^2}$$