



## SIMULADO OBA NÍVEL 3 - GABARITO

---

### Instruções Gerais

1. A duração da prova é de **duas** (2 horas).
2. A prova é composta por 10 questões (totalizando 10 pontos)
3. A prova é individual e sem consultas.
4. O uso de calculadoras **não** é permitido.

1. **(1 ponto)** O Sistema Solar reúne diversos objetos de grande interesse para a astronomia. Utilizando seus conhecimentos a cerca do assunto, assinale **V** (para verdadeiro) ou **F** (para falso) para as seguintes alternativas:

- 1) ( ) Mercúrio é o planeta mais próximo ao Sol e também o mais quente.
- 2) ( ) Plutão deixou de ser planeta e se tornou planeta anão pela classificação feita em 2006 pela União Astronômica Internacional.
- 3) ( ) A maior parte da massa do Sistema Solar se encontra concentrado no Sol.
- 4) ( ) Os limites do Sistema Solar vai somente até Netuno.

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

- (a) (F) (V) (V) (F)
- (b) (F) (V) (F) (F)
- (c) (V) (V) (F) (F)
- (d) (F) (F) (F) (F)
- (e) (V) (V) (V) (V)

**Solução:**

- 1) (F) O planeta mais quente do Sistema Solar é Vênus.
- 2) (V) Plutão foi rebaixado da categoria de planeta em 2006 pela União Astronômica Internacional por não ter uma órbita gravitacionalmente dominante.
- 3) (V) Mais de 99% da massa do Sistema Solar se concentra no Sol.
- 4) (F) Os limites do Sistema Solar abrange até a nuvem de Oort.

**Resposta: (a)**

2. **(1 ponto)** Johannes Kepler, importante matemático, astrônomo e astrólogo alemão, formulou quatro leis fundamentais que descrevem os movimentos dos corpos celestes. As leis keplerianas são as seguintes:

- I. Os planetas descrevem órbitas elípticas, com o Sol em um dos focos;
- II. A velocidade de um planeta é, em qualquer instante, inversamente proporcional à sua distância ao Sol;
- III. Os quadrados dos períodos de revolução  $T$  são proporcionais aos cubos das distâncias médias  $a$  do Sol aos planetas, ou seja,  $\frac{T^2}{a^3} = k$  (Sendo  $k$  uma constante);
- IV. A reta que liga um planeta ao Sol varre áreas iguais em intervalos de tempo iguais;

No entanto, uma dessas leis não é válida. A lei enunciada erroneamente por Kepler é:

- (a) I
- (b) II
- (c) III
- (d) IV
- (e) Todas as leis são válidas.

**Solução:**

São poucas as referências à quarta lei de Kepler, [neste link](#) é possível encontrar mais informações. A quarta lei de Kepler é enunciada da seguinte forma no artigo original de J. Kovalevsky, em francês:

*“la vitesse de la planète est, à chaque instant, inversement proportionnelle à la distance au Soleil.”*

ou, em português:

*“A velocidade de um planeta é, em qualquer instante, inversamente proporcional à sua distância ao Sol.”*

No entanto, não era necessário ter conhecimento desta lei para resolver a questão, bastava fazer por eliminação.

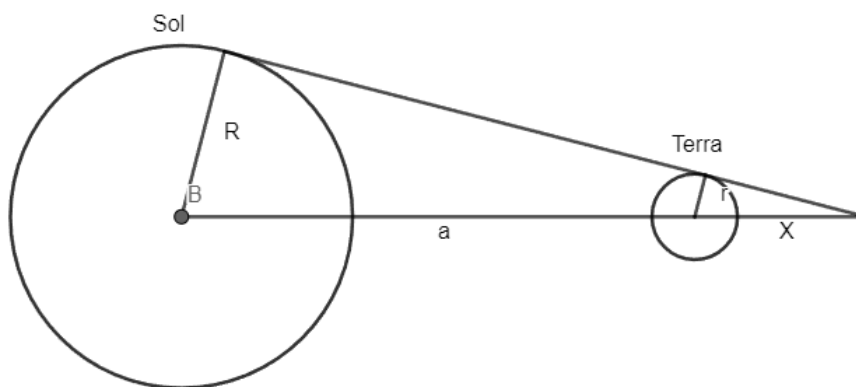
**Resposta: (b)**

3. **(1 ponto)** Eclipses Lunares, além de muito bonitos, são fenômenos que ocorrem graças à relativa proximidade da Lua com a Terra. Um Eclipse Lunar ocorre quando a Lua está na sombra da Terra. A Lua, infelizmente, está se afastando da Terra. O que significa que no futuro não haverá mais eclipses. Considerando que a órbita da Terra e da Lua são circulares, calcule qual a distância máxima entre Terra e Lua que será possível ocorrer um Eclipse Lunar.

**Dados:**

- Distância da Terra até o Sol é  $a = 1.5 \times 10^{11}$  m
- O raio do Sol é  $R = 7 \times 10^8$  m
- O raio da Terra é  $r = 6.4 \times 10^6$  m

**Dica:** Usar semelhança de triângulos pode ser muito útil nesse tipo de problema. Na distância máxima onde pode ocorrer Eclipses lunares, teremos a seguinte situação geométrica, onde o triângulo de lados  $R$  e  $a + X$  é semelhante ao de lados  $r$  e  $X$ .



Segundo seus cálculos qual será essa distância, representada pela letra  $X$  no desenho?

- (a)  $8,4 \times 10^9$  m  
 (b)  $1,9 \times 10^9$  m

- (c)  $2,0 \times 10^9$  m
- (d)  $9,1 \times 10^9$  m
- (e)  $1,4 \times 10^9$  m

**Solução:**

Por semelhança de triângulos temos:

$$\frac{R}{a + X} = \frac{r}{X}$$

Isolando  $x$ :

$$X = \frac{R \cdot a}{R - r}$$

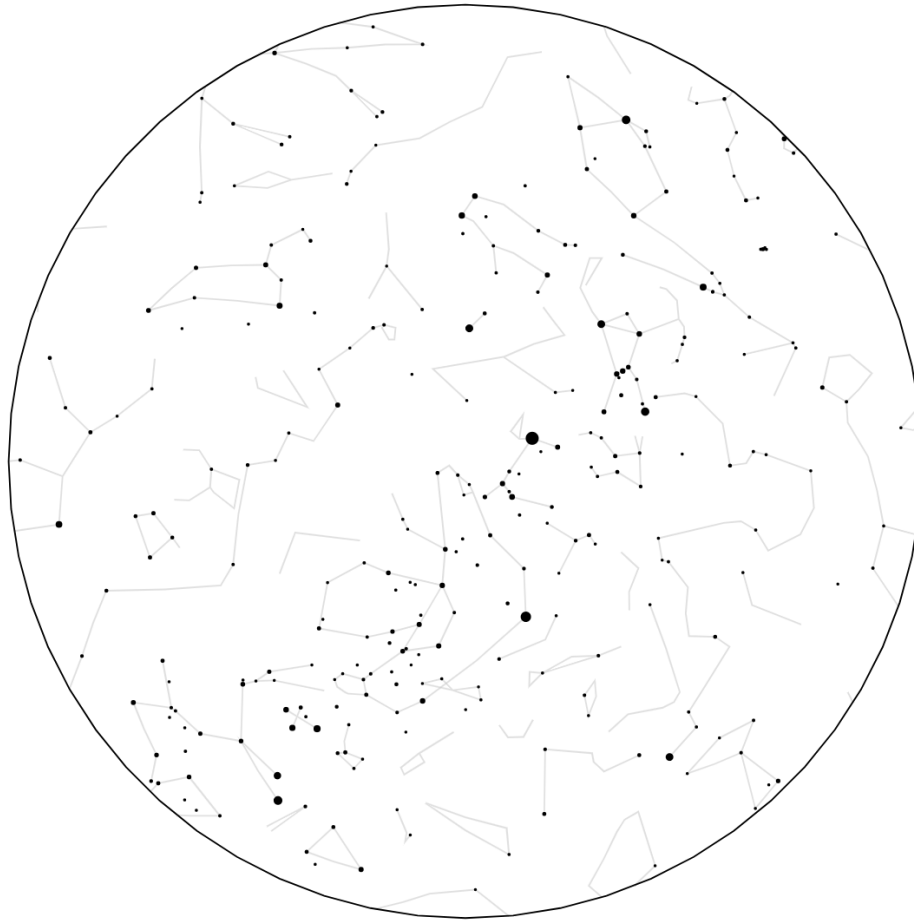
substituindo os valores:

$$X = \frac{6,4 \cdot 10^6 \cdot 1,5 \cdot 10^{11}}{7 \cdot 10^8 - 6,4 \cdot 10^6}$$

$$X = 1,4 \times 10^9 \text{ m}$$

**Resposta: (e)**

4. (1 ponto) A 17ª edição da IOAA (Olimpíada Internacional de Astronomia e Astrofísica) ocorrerá em Barra do Piraí, no interior do Rio de Janeiro e está sendo organizada pelo Observatório Nacional. Para participar da delegação brasileira que representará o país na internacional, é necessário passar pela seletiva que é composta de três etapas. A primeira é a seletiva online, onde os alunos que conseguiram mais de 7 pontos no nível 4 da OBA ou aqueles que conseguiram mais de 9 pontos no nível 3 da OBA realizam três provas online com nível superior ao da OBA. Os 150 melhores alunos da seletiva online participam da seletiva presencial em Barra do Piraí e posteriormente, na última etapa, os 40 melhores alunos voltam e realizam os treinamentos. No fim do processo seletivo, as 10 melhores notas são as que representam o Brasil na IOAA e OLAA (Olimpíada Latino-Americana de Astronomia e Astronáutica). Maui é um dos estudantes que passou para a 17ª edição da IOAA e, conseguiu registrar o seguinte céu de Barra do Piraí:

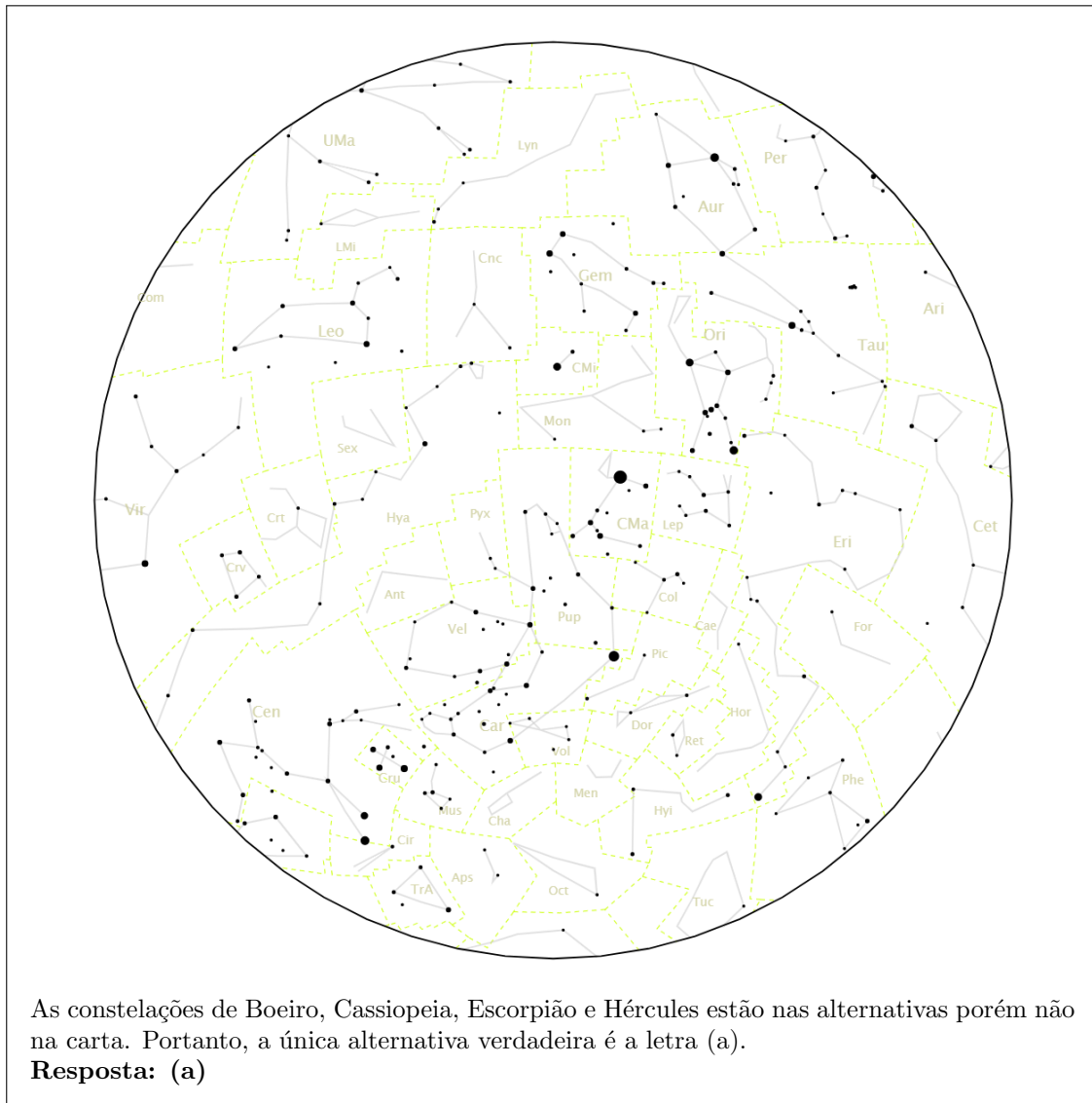


Maui te desafiou a marcar a opção que contenha apenas constelações que esteja em sua foto.

- (a) Cruzeiro do Sul, Leão, Órion, Touro
- (b) Cruzeiro do Sul, Escorpião, Hércules, Órion.
- (c) Cassiopeia, Escorpião, Hércules, Leão.
- (d) Boieiro, Cassiopeia, Touro, Ursa Maior.
- (e) Boieiro, Cruzeiro do Sul, Escorpião, Ursa Maior.

**Solução:**

A seguinte carta mostra as constelações nomeadas do desafio de Maui.



5. (1 ponto) Para compreender a luz das estrelas, é fundamental entender duas grandezas importantes: fluxo e luminosidade. O fluxo é a quantidade de energia que sai de uma unidade de área da estrela em um determinado período de tempo. Por outro lado, a luminosidade de uma estrela é a quantidade total de energia que ela emite por unidade de tempo. Vamos explorar primeiro como o fluxo é calculado usando a Lei de Stefan-Boltzmann e, em seguida, entender como ele está relacionado à luminosidade das estrelas.

A Lei de Stefan-Boltzmann descreve como a energia por unidade de tempo e área emitida por uma estrela está relacionada à sua temperatura. A fórmula é dada por:

$$F = \sigma T^4$$

Onde:

- $F$  é o fluxo (energia por unidade de área e tempo)
- $\sigma$  é a constante de Stefan-Boltzmann
- $T$  é a temperatura do corpo em Kelvin

Essa lei nos diz que o fluxo de uma estrela é proporcional à quarta potência de sua temperatura absoluta.

A luminosidade de uma estrela é a quantidade total de energia que ela emite por unidade de tempo. Ela é determinada pela seguinte fórmula:

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

Onde:

- $L$  é a luminosidade da estrela
- $R$  é o raio da estrela
- $T$  é a temperatura superficial da estrela

Essa fórmula mostra que a luminosidade de uma estrela depende tanto do seu raio ao quadrado quanto da sua temperatura superficial elevada à quarta potência.

Já o brilho de uma estrela é o quanto dessa luminosidade chega até nós depois de percorrer uma grande distância.

Suponha que duas estrelas, Estrela A e Estrela B, possuam a mesma temperatura superficial. Com base nessa informação, o que se pode inferir sobre essas estrelas?

- (a) Elas têm o mesmo raio e distância à Terra.
- (b) Elas estão à mesma distância da Terra.
- (c) Elas têm o mesmo brilho percebido da Terra.
- (d) Elas têm o mesmo fluxo.
- (e) Elas têm a mesma luminosidade.

**Solução:**

O fluxo luminoso ( $F$ ) de uma estrela, como determinado pela Lei de Stefan-Boltzmann, é proporcional à quarta potência de sua temperatura superficial ( $T$ ). Portanto, se duas estrelas, Estrela A e Estrela B, possuem a mesma temperatura superficial, isso significa que  $T^4$  é o mesmo para ambas. Consequentemente, o fluxo luminoso emitido por ambas as estrelas será o mesmo, uma vez que suas temperaturas superficiais são idênticas.

As outras grandezas dependem de outras variáveis além da temperatura, como a luminosidade que depende do raio da estrela. Portanto, a única certeza que temos, é de que ambas as estrelas possuem o mesmo fluxo.

**Resposta: (d)**

6. (1 ponto) Uma parte muito importante da astronomia é o uso de telescópios, já que eles são os instrumentos que nos permitem observar fenômenos muito mais tênues e distantes do que apenas utilizando nossos olhos. Portanto, responda verdadeiro (V) ou falso (F) para as afirmações sobre os tipos de telescópios e montagens abaixo.

- 1) ( ) Um telescópio refletor utiliza lentes para focar a luz.
- 2) ( ) Um telescópios refrator utiliza lentes para focar a luz.
- 3) ( ) Montagens equatoriais são as mais indicadas para astrofotografia e projetos científicos, já que acompanham o céu com maior precisão.
- 4) ( ) Um telescópio refletor utiliza espelhos para focar a luz.

- 5) ( ) Os telescópios são divididos em refletores, refratores e catadióptricos, e as montagens em equatoriais e altaximutais.

Agora, assinale a alternativa com a ordem correta de V ou F.

- (a) (F) (V) (V) (V) (F)  
 (b) (V) (V) (F) (F) (F)  
 (c) (F) (V) (V) (V) (V)  
 (d) (V) (V) (F) (V) (F)  
 (e) (F) (V) (F) (F) (V)

**Solução:**

Vamos começar julgando as alternativas.

- 1) (F) Um telescópio refletor utiliza espelhos para focalizar a luz, já que depende principalmente da reflexão.
- 2) (V) Telescópios refratores utilizam lentes, e dependem da refração.
- 3) (V) Correto, montagens equatoriais, por possuírem um eixo apontando para o polo celeste visível, elas conseguem acompanhar o movimento do céu com uma precisão bem maior que outras soluções, como as altaximutais.
- 4) (V) Correto, como já dito acima, os telescópios refletores utilizam espelhos para focar a luz.
- 5) (V) Correto, os telescópios são principalmente divididos entre refletores, refratores e os catadióptricos, que utilizam lentes e espelhos simultaneamente para focar a luz. já as montagens são divididas entre equatoriais, que apontam para o polo visível e altaximutais, que são muito mais simples mas não possuem tanta capacidade de acompanhamento quanto as equatoriais.

**Resposta: (c)**

7. (1 ponto) Além dos conceitos de fluxo e luminosidade, também existe a magnitude. Ela é uma escala inversamente proporcional ao brilho de uma estrela utilizada para comparar duas estrelas a partir dessa característica. Nessa escala, se uma estrela possui uma magnitude maior que outra, então seu brilho é menor, pois quanto maior a magnitude de uma estrela menor seu brilho. E ainda, se uma estrela possui magnitude 3 e a outra magnitude 4, a estrela com magnitude 3 possui um brilho 10 vezes maior que o da segunda, pois essa escala é uma escala logarítmica. Além disso, existem três tipos principais de magnitudes: a magnitude aparente, que se relaciona com o brilho que observamos uma estrela da Terra; a magnitude absoluta, relacionada com o brilho de uma estrela a uma distância de 10 parsec ( $3,1 \times 10^{17}$  m); e a magnitude bolométrica, que se refere ao brilho de uma estrela em todos os comprimentos de onda do espectro eletromagnético.

Sabendo dessas informações, o entusiasta em Astronomia Chola, em uma noite estrelada, estava observando o céu com o seu binóculos e encontrou uma estrela que chamou muito sua atenção por ser a mais brilhante do céu, o nome dessa estrela é Sirius. Curioso para saber qual a magnitude aparente dessa estrela, ele encontrou uma estrela com metade do brilho de Sirius e com uma magnitude aparente de  $m_p = -0,55$ , que seu amigo, também entusiasta em Astronomia, Baion



lhe informou.

Sabendo que a equação que relaciona a magnitude e o brilho de duas estrelas pode ser escrita como:

$$m_s = m_p - 2,5 \log \left( \frac{B_s}{B_p} \right)$$

Onde:

- $m_s$  é a magnitude aparente de Sirius;
- $m_p$  é a magnitude aparente da outra estrela;
- $B_s$  é o brilho de Sirius;
- $B_p$  é o brilho da outra estrela.

Ajude o entusiasta Chola a encontrar a magnitude aparente da estrela que chamou tanto sua atenção: (Dado:  $\log 2 = 0,3$ )

- (a)  $m_s = -1,3$   
 (b)  $m_s = -1,7$   
 (c)  $m_s = -2,0$   
 (d)  $m_s = -2,3$   
 (e)  $m_s = -2,7$

**Solução:**

Primeiramente, como o brilho da estrela que temos a magnitude é metade do brilho de Sirius, a razão entre os brilhos é:

$$B_p = \frac{B_s}{2}$$

$$\frac{B_s}{B_p} = 2$$

Então, substituindo o valor da razão encontrada e o valor da magnitude aparente da estrela, encontramos:

$$m_s = m_p - 2,5 \log \left( \frac{B_s}{B_p} \right)$$

$$m_s = -0,55 - 2,5 \log 2$$

$$m_s = -0,55 - 2,5 \times 0,3 = -0,55 - 0,75 = -1,3$$

Ou seja, a magnitude aparente de Sirius é **-1,3**.

**Resposta: (a)**

8. (1 ponto) Leia as seguintes afirmações sobre as tendências e objetivos das missões espaciais atuais e indique se são verdadeiras (V) ou falsas (F):

- 1) ( ) A exploração de Marte por agências espaciais como a NASA e a ESA está primariamente motivada pela busca de recursos naturais que podem ser utilizados em futuras missões tripuladas ou até mesmo transportados para a Terra.
- 2) ( ) As missões atuais ao redor da Lua, como a Artemis da NASA, visam não só o estabelecimento de uma presença humana, mas também o teste de novas tecnologias de habitação que poderiam ser aplicadas em ambientes terrestres extremos.
- 3) ( ) Os esforços para desenvolver turismo espacial estão atualmente focados apenas em viagens suborbitais, dado que viagens orbitais ou para a Lua ainda apresentam desafios técnicos e financeiros significativos.
- 4) ( ) O estudo de asteroides, além de fornecer informações sobre a formação do Sistema Solar, é considerado crucial para o desenvolvimento de tecnologias de mineração espacial, que poderiam fornecer matérias-primas para construções em espaço profundo.

A alternativa que contém a sequência correta de F e V é:

- (a) (F) (V) (F) (V)
- (b) (V) (V) (V) (V)
- (c) (F) (F) (F) (F)
- (d) (V) (V) (F) (V)
- (e) (F) (F) (V) (V)

**Solução:**

- 1) Falsa (F) - Embora a busca por recursos seja um aspecto das missões a Marte, o principal motivador ainda é a pesquisa científica, incluindo a busca por sinais de vida passada e a compreensão da geologia e atmosfera do planeta.
- 2) Verdadeira (V) - As missões lunares contemporâneas estão explorando tecnologias que podem ser usadas tanto para sustentar a vida humana no espaço quanto para melhorar a resiliência em ambientes extremos na Terra.
- 3) Falsa (F) - Enquanto o turismo suborbital é atualmente o mais acessível, empresas como SpaceX e Blue Origin estão desenvolvendo capacidades para viagens orbitais e até interplanetárias, visando eventualmente incluir missões ao redor da Lua e além.
- 4) Verdadeira (V) - A pesquisa em asteroides tem implicações importantes para a mineração espacial, oferecendo potencial para obter recursos diretamente do espaço, o que é visto como um passo fundamental para a viabilização de projetos de longa duração fora da Terra.

**Resposta: (a)**

9. (1 ponto) Sobre a missão do Telescópio James Webb (JWST) assinale verdadeiro (V) ou falso (F) para as alternativas abaixo:

- 1) ( ) O telescópio James Webb está no deserto do Atacama, local muito propício para astronomia por ser seco e com alta altitude.
- 2) ( ) O JWST observa principalmente na faixa do infravermelho.
- 3) ( ) O JWST possui um espelho menor que o do Telescópio Hubble.
- 4) ( ) O JWST observa principalmente na faixa do ultravioleta.

5) ( ) O James Webb está localizado no espaço.

Agora, assinale a alternativa que possui a demarcação correta.

- (a) (F) (V) (V) (V) (F)
- (b) (V) (V) (F) (F) (F)
- (c) (V) (F) (V) (F) (V)
- (d) (V) (V) (F) (V) (F)
- (e) (F) (V) (F) (F) (V)

**Solução:**

- 1) **Falso**, o telescópio James Webb se localiza no espaço.
- 2) **Verdadeiro**, o principal objetivo do JWST é observar no infravermelho, o que o possibilita registrar eventos muito longínquos no nosso universo.
- 3) **Falso**, o espelho do James Webb possui um espelho com 6,5 metros de diâmetro, enquanto o Hubble possui "apenas" 2,4 metros.
- 4) **Falso**, como já foi dito, ele observa primariamente no infravermelho.
- 5) **Verdadeiro**, como já foi dito, ele está no espaço, precisamente próximo ao ponto de Lagrange Sol-Terra 2, um local com propriedades gravitacionais específicas para permitir que ele permaneça sempre na sombra da Terra.

**Resposta: (e)**

10. (1 ponto) Um dos principais motivos para a exploração espacial é a busca por vida extraterrestre. Uma das missões espaciais planejadas para ocorrer dia 10 de Outubro de 2024 com esse objetivo é a missão Europa Clipper da Nasa. Nessa missão, será enviada uma espaçonave orbitadora que conduzirá um reconhecimento detalhado da lua Europa de Júpiter e investigará se nessa lua gelada existem condições favoráveis para a existência de vida. Essa missão irá ocorrer nesse satélite natural, pois há fortes evidências da existência de um oceano de água líquida embaixo da crosta gelada de Europa e que pode hospedar condições favoráveis à vida. (Texto adaptado de: <https://www.jpl.nasa.gov/missions/europa-clipper>)

A jornada da espaçonave Europa Clipper até chegar em Júpiter demorará, aproximadamente, 6 anos. Sabendo que a relação seguir (Terceira Lei de Kepler) é válida para todos os satélites do planeta, com todos possuindo o mesmo valor de constante:

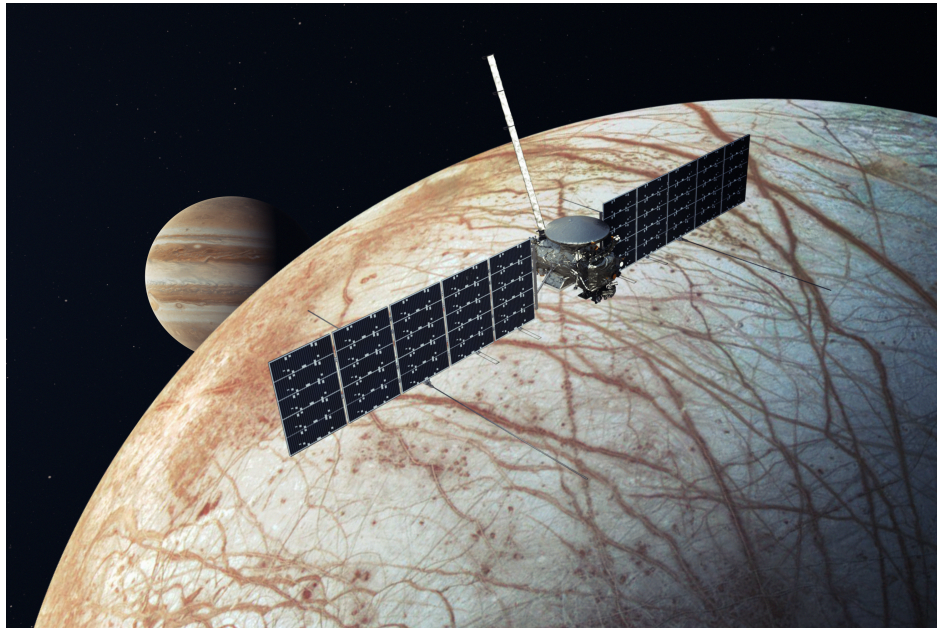
$$\frac{T^2}{r^3} = \text{constante}$$

**Onde:**

- $T$ : período orbital (tempo que demora para o satélite completar uma órbita)
- $r$ : distância do satélite ao centro do planeta

Com as informações que possuímos das luas de Júpiter, Io que é seu período orbital e distância ao centro de Júpiter, respectivamente, de 1,8 dias terrestres e 420000 km, e Europa que é sua distância até o centro de Júpiter de, aproximadamente, 670000 km. Encontre o número de voltas que a lua Europa completará em torno de Júpiter durante a jornada da espaçonave.

(Dados:  $\left(\frac{67}{42}\right)^{3/2} \approx 2$ , considere que 1 ano dura 360 dias)



- (a) 300 voltas
- (b) 400 voltas
- (c) 500 voltas
- (d) 600 voltas
- (e) 700 voltas

**Solução:**

Como a constante da Terceira Lei de Kepler (relação apresentada) é igual para todos os satélites de Júpiter, podemos igualar a razão entre o quadrado do período e o cubo da distância ao centro do planeta entre os satélites de Io e Europa para encontrar o período orbital dessa lua:

$$\frac{T_E^2}{r_E^2} = \frac{T_I^2}{r_I^3}$$

$$T_E = T_I \times \left(\frac{r_E}{r_I}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$T_E = 1,8 \times \left(\frac{670000}{420000}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$T_E = 1,8 \times \left(\frac{67}{42}\right)^{\frac{3}{2}}$$

$$T_E = 1,8 \times 2 = 3,6 \text{ dias}$$

Para encontrar o número de voltas que Europa realizará em torno de Júpiter durante a jornada da espaçonave Europa Clipper será a divisão entre a duração da jornada e o período orbital do satélite:

$$N = \frac{6 \times 360}{3,6} = 600 \text{ voltas}$$

Então, a resposta é a **letra (d)**.

**Resposta: (d)**