



# Simulado OBA

Nível 3 - 2025

---

## Instruções Gerais

1. A duração da prova é de **três** (3 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. Na Astronomia, definimos como luminosidade a quantidade de energia total que uma estrela emite em todas as direções por unidade de tempo. Em outras palavras, é como se ela fosse a potência das estrelas. Para calcularmos a luminosidade, usamos a fórmula descrita pela Lei de Stefan-Boltzmann, dada por:

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

Sendo  $R$  e  $T$  o raio e a temperatura superficial da estrela, respectivamente, e  $\sigma$  a constante de Stefan-Boltzmann.

Pela fórmula, percebemos que a luminosidade de um astro é uma propriedade inerente à ele próprio, pois depende apenas do raio e da temperatura da estrela. Isso significa dizer que, em qualquer lugar do Universo, a luminosidade de uma determinada estrela permanece igual. É por esse motivo que a luminosidade, por si só, não nos indica o quão brilhante é uma estrela.

O brilho aparente de um astro é quantificado pelo seu fluxo estelar, que é justamente a quantidade de energia que observamos da estrela por unidade de área e por unidade de tempo em um determinado local. Para calcularmos o brilho aparente, usamos a fórmula:

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

Sendo  $d$  a distância da estrela até o lugar em que se deseja medir o brilho (a Terra, por exemplo).

Perceba, então, que o brilho depende da distância entre o corpo emissor de luz e o observador. Pela fórmula, ainda, percebemos que o brilho e a distância ao quadrado são inversamente proporcionais.

Com base nisso, suponha que uma estrela A seja 4 vezes mais brilhante, para nós, que uma estrela B. Considere ainda que ambas possuem a mesma temperatura superficial e o mesmo raio. Assim, analise as informações abaixo:

- I. As estrelas possuem a mesma luminosidade.
- II. A estrela B está 4 vezes mais distante de nós que a estrela A.
- III. A estrela B está 2 vezes mais distante de nós que a estrela A.
- IV. Se o raio da estrela A dobrasse, seu brilho aparente seria 16 vezes maior que o brilho de B.
- V. Um observador em Marte também veria a estrela A 4 vezes mais brilhante do que a estrela B.

São corretas:

- (a) I, II e IV.
- (b) II, IV e V.
- (c) I, III e IV.

(d) I, II e V.

(e) I, III e V.

**Solução:**

Analisando cada afirmativa:

I. **Verdadeira.** Como ambas as estrelas possuem o mesmo raio e a mesma temperatura superficial, concluímos, pela Lei de Stefan-Boltzmann, que elas possuem a mesma luminosidade.

II. **Falsa.** Como as estrelas possuem a mesma luminosidade e A é 4 vezes mais brilhante que B, podemos escrever:

$$\frac{F_A}{F_B} = \frac{\frac{L}{4\pi d_A^2}}{\frac{L}{4\pi d_B^2}} = \left(\frac{d_B}{d_A}\right)^2 = 4$$

Assim:

$$\frac{d_B}{d_A} = 2 \rightarrow d_B = 2d_A$$

Logo, a estrela B está 2 vezes mais distante da Terra que a estrela A.

III. **Verdadeira.** Conforme explicado anteriormente.

IV. **Verdadeira.** Pela Lei de Stefan-Boltzmann, a luminosidade atual da estrela A é:

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

Caso o raio da estrela A dobrasse, ela teria uma nova luminosidade, dada por:

$$L' = 4\pi(2R)^2 \sigma T^4 \rightarrow L' = 16\pi R^2 \sigma T^4$$

Ou seja,  $L' = 4L$ .

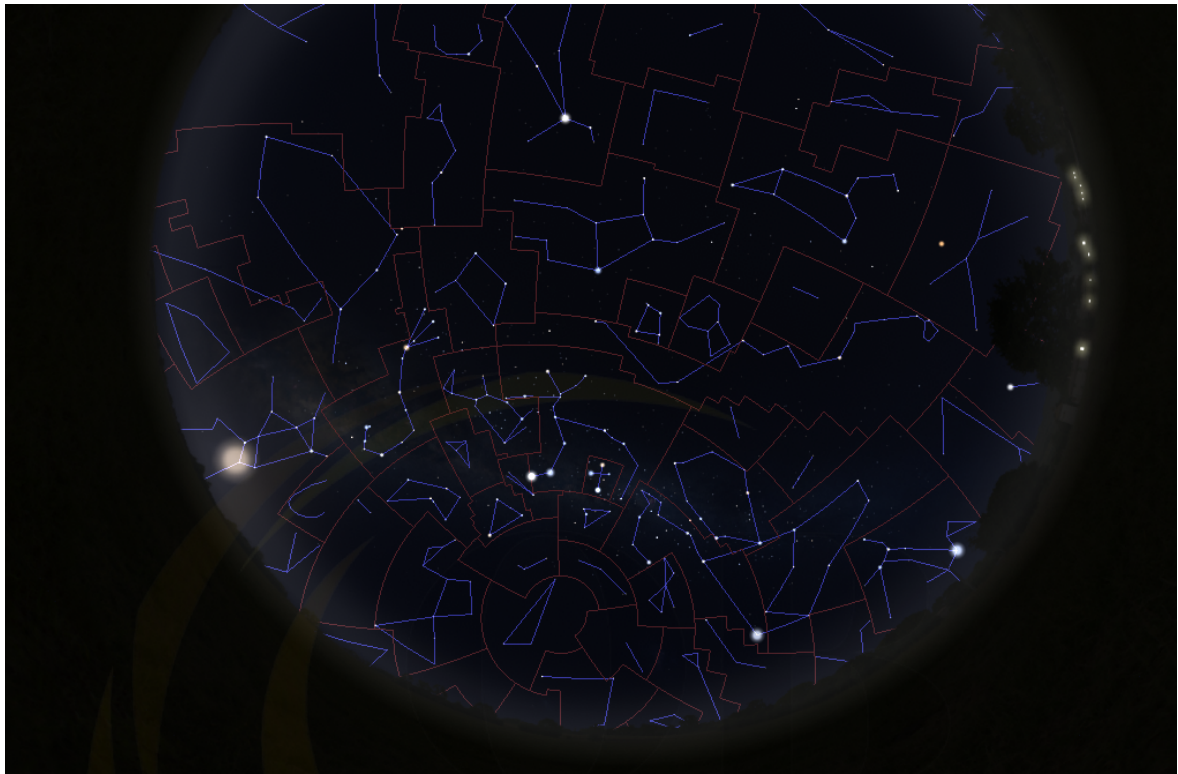
Como luminosidade e fluxo são diretamente proporcionais, o brilho aparente de A aumentaria em 4 vezes, isto é, a estrela A seria  $4 \cdot 4 = 16$  vezes mais brilhante que a estrela B.

V. **Falsa.** O brilho aparente de uma estrela depende da sua distância ao observador. Portanto, como não sabemos as distâncias das estrelas A e B em relação à Marte, nada podemos inferir sobre os brilhos aparentes delas para um observador no planeta vermelho.

**Resposta: (e)**

2. Ramanujan, um turista indiano que estava passando suas férias no Rio de Janeiro, estava olhando para o céu, pois queria saber de algumas informações importantes. Assim, considerando a parte do céu abaixo, do dia 16/05/2024 às 20:30 no horário

de Brasília, marque a alternativa que corresponde à sequência correta de V ou F das afirmativas a seguir:



- ( ) As constelações do Escorpião, do Cruzeiro do Sul e do Centauro estão visíveis.
- ( ) As Três Marias aparecem no céu mostrado.
- ( ) A área luminosa no céu é o Sol, que está nascendo no horário.
- ( ) Sirius, a estrela mais brilhante do céu noturno, está se pondo nesse horário.
- ( ) As constelações são as áreas do céu, e não as figuras formadas ao ligar as estrelas.
- (a) V - F - F - V - V
- (b) V - V - F - F - F
- (c) F - V - V - F - V
- (d) V - F - V - F - F
- (e) F - V - V - V - F

**Solução:**

Observe a imagem a seguir:



Como é possível ver:

- 1 - Escorpião, Cruzeiro do Sul e Centauro estão visíveis
- 2 - As três marias, que ficam na constelação de Órion (oposta a do Escorpião) não estão visíveis
- 3 - O Sol estar nascendo contradiz o enunciado (por ser 21:00), pois isso não é possível no Rio de Janeiro, com o objeto no local sendo a Lua.
- 4 - Sirius está no horizonte Oeste, assim, se pondo.
- 5 - A constelação é definida uma área delimitada no céu, enquanto o conjunto de "ligações" entre estrelas que forma uma imagem se chama asterismo.

**Resposta: (a)**

3. Desde os tempos antigos, medir distâncias no céu sempre foi um desafio para os astrônomos. À medida que os instrumentos de observação e os conhecimentos científicos avançaram, novas unidades de medida foram criadas para descrever melhor as vastidões do universo. A unidade astronômica (UA), por exemplo, surgiu como uma forma de representar a distância média entre a Terra e o Sol, tendo aproximadamente  $1 \text{ UA} = 1,496 \cdot 10^{11}$  metros. Já o ano-luz é a distância que a luz percorre no vácuo ao longo de um ano inteiro, com a luz tendo a velocidade de  $c = 3 \cdot 10^8$  metros por segundo. Para distâncias ainda maiores, como até outras estrelas, os astrônomos utilizam o parsec, que corresponde a cerca de 3,26 anos-luz, sendo definido geometricamente a partir do método da paralaxe — uma técnica

usada para calcular distâncias estelares com base no deslocamento aparente de uma estrela quando observada de diferentes pontos da órbita da Terra. Sobre essas e outras unidades de distância na astronomia, além de suas equivalências, marque a alternativa correta:

- (a) Uma hora-luz é menor que uma unidade astronômica
- (b) Dois parsecs equivalem a 412530 unidades astronômicas
- (c) Cinco parsecs equivalem a 29,12 meses-luz
- (d) O tempo que a luz demora do Sol demora para chegar na Terra é 16 minutos
- (e) A melhor forma de calcular distâncias para galáxias distantes é com Unidades Astronômicas

**Solução:**

- (a) Vamos calcular a distância de uma hora-luz:

$$1 \text{ hora-luz} = c \cdot (3600 \text{ s}) = 3 \cdot 10^8 \cdot 3600 = 1,08 \cdot 10^{12} \text{ m}$$

Comparando com 1 UA:

$$1 \text{ UA} = 1,496 \cdot 10^{11} \text{ m}$$

Portanto, 1 hora-luz é **maior** que 1 UA. **Falsa.**

- (b) 1 parsec  $\approx$  3,26 anos-luz. Um ano-luz em metros:

$$1 \text{ ano-luz} = c \cdot (365,25 \cdot 24 \cdot 3600) \approx 9,461 \cdot 10^{15} \text{ m}$$

$$\text{Então, } 1 \text{ parsec} \approx 3,26 \cdot 9,461 \cdot 10^{15} \approx 3,0857 \cdot 10^{16} \text{ m}$$

Convertendo para UA:

$$\frac{3,0857 \cdot 10^{16}}{1,496 \cdot 10^{11}} \approx 206265 \text{ UA} \Rightarrow 2 \text{ parsecs} \approx 412530 \text{ UA}$$

**Verdadeira.**

- (c) 5 parsecs =  $5 \cdot 3,26 = 16,3$  anos-luz =  $16,3 \cdot 12 \approx 195,6$  meses-luz. **Falsa.**
- (d) Tempo que a luz leva do Sol à Terra:

$$t = \frac{1,496 \cdot 10^{11}}{3 \cdot 10^8} = 498,7 \text{ s} \approx 8,3 \text{ minutos}$$

**Falsa.**

- (e) Para galáxias distantes, usamos parsecs ou megaparsecs. UA é muito pequena em escala galáctica. **Falsa.**

**Resposta: (b)**

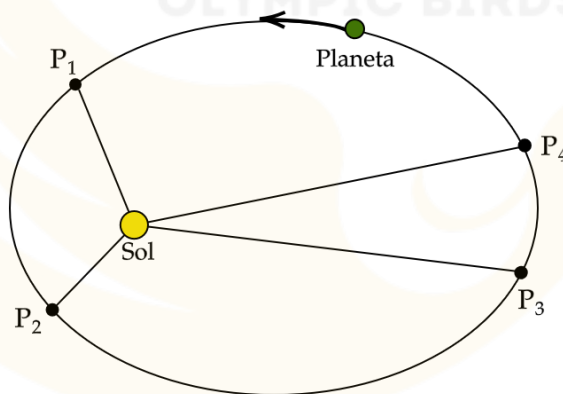
4. As três Leis de Kepler, propostas no século XVII pelo astrônomo alemão Johannes Kepler, descrevem os movimentos de qualquer corpo celeste orbitando outro astro mais massivo, constituindo-se, assim, como a base da compreensão da Mecânica Celeste. Em relação aos planetas do Sistema Solar, as três leis podem ser enunciadas da seguinte forma:

**1ª Lei:** "A órbita de cada planeta é uma elipse, estando o Sol em um dos focos".

**2ª Lei:** "A velocidade areolar dos planetas é constante. Ou seja, em intervalos de tempo iguais, a reta que liga o planeta ao Sol varre áreas iguais".

**3ª Lei:** "A razão entre o quadrado do período orbital  $P$  de um planeta e o cubo do semi-eixo maior  $a$  de sua órbita elíptica é constante para todos os planetas do Sistema Solar. Ou seja:  $\frac{P^2}{a^3} = k$ ".

A imagem abaixo é uma representação da órbita elíptica de um planeta fictício ao redor do Sol.



Usando seus conhecimentos e a imagem acima, assinale a única afirmação correta.

- (a) Pela Segunda Lei de Kepler, a velocidade do planeta é mínima no periélio e máxima no afélio.
- (b) Pela Segunda Lei de Kepler, a velocidade do planeta entre os pontos  $P_4$  e  $P_1$  está aumentando.



- (c) Pela Segunda Lei de Kepler, velocidade do planeta entre os pontos  $P_2$  e  $P_3$  está aumentando.
- (d) Pela Terceira Lei de Kepler, quanto maior for o semi-eixo maior da órbita elíptica, menor será o período de translação do planeta.
- (e) Pela Terceira Lei de Kepler, o período orbital e o semi-eixo maior da órbita elíptica de um planeta são diretamente proporcionais.

**Solução:**

Analisando cada afirmativa:

- (a) **Falsa.** Pela Segunda Lei de Kepler, a velocidade de um planeta é máxima no periélio (ponto da órbita mais próxima do Sol) e mínima no afélio (ponto da órbita mais distante do Sol).
- (b) **Verdadeira.** O ponto  $P_4$  está próximo do afélio, enquanto o ponto  $P_1$  está próximo do periélio; logo, pela Segunda Lei de Kepler, a velocidade do planeta entre os pontos  $P_4$  e  $P_1$  está aumentando (o planeta está acelerando).
- (c) **Falsa.** O ponto  $P_2$  está próximo do periélio, enquanto o ponto  $P_3$  está próximo do afélio; logo, pela Segunda Lei de Kepler, a velocidade do planeta entre os pontos  $P_2$  e  $P_3$  está diminuindo.
- (d) **Falsa.** Pela Terceira Lei de Kepler, quanto maior o semi-eixo maior da órbita elíptica, maior será o período de translação do planeta.
- (e) **Falsa.** Pela Terceira Lei de Kepler, o quadrado do período orbital e o cubo do semi-eixo maior da órbita elíptica são grandezas diretamente proporcionais.

**Resposta: (b)**

5. A respeito do Sistema Solar, julgue as seguintes afirmações e classifique-as em V (verdadeiro) ou F (falso).
- 1 - ( ) O Sol é uma estrela de cor amarela.
  - 2 - ( ) Saturno é o único planeta do Sistema Solar com densidade inferior à densidade da água.
  - 3 - ( ) A Lua formou-se há cerca de 4,5 bilhões de anos do impacto de um meteorito do tamanho de Plutão na Terra.
  - 4 - ( ) Os cometas podem se formar no Cinturão de Kuiper ou na Nuvem de Oort.
  - 5 - ( ) No Sistema Solar, há quatro planetas-anões: Plutão, Haumea, Éris e Make-make.



Assinale a alternativa com a sequência correta de V e F.

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

**Solução:**

1 - **Falsa.** O Sol emite luz em todos os comprimentos de onda do visível, ou seja, o astro é uma estrela de cor branca. Os tons de amarelo e vermelho que enxergamos ao olharmos para o Sol surgem, pois, quando os raios solares entram na atmosfera da Terra, algumas moléculas do ar distorcem os fótons das ondas mais curtas, que são aquelas correspondentes às cores violeta, azul e anil, fazendo com que as ondas mais longas, como a vermelha e a laranja, cheguem até nós mais cedo.

2 - **Verdadeira.** Saturno é o único planeta do Sistema que possui uma densidade menor que a densidade da água.

3 - **Falsa.** A Lua formou-se há cerca de 4,5 bilhões de anos pelo impacto de um meteorito do tamanho de Marte na Terra.

4 - **Verdadeira.** Os cometas formam-se no Cinturão de Kuiper, região localizada além da órbita de Netuno, e na Nuvem da Oort, uma nuvem esférica hipotética de planetesimais voláteis que está nos limites do Sistema Solar.

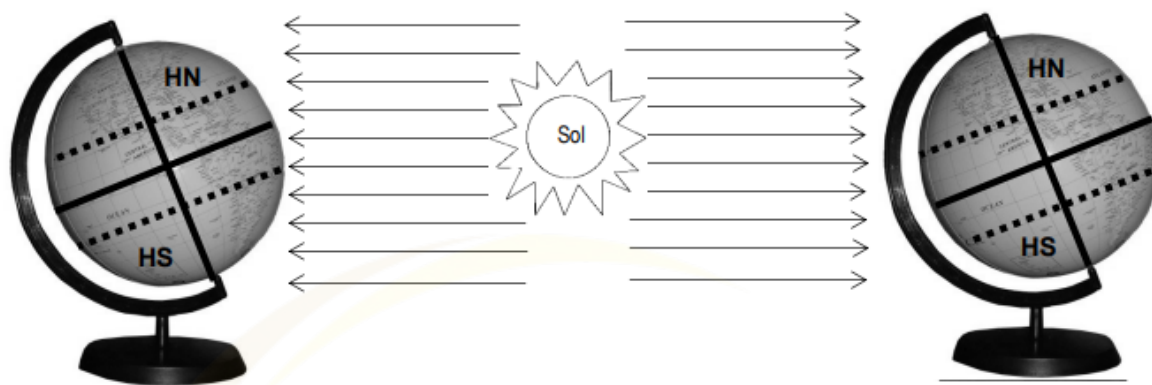
5 - **Falsa.** No Sistema Solar, há cinco planetas-anões: Plutão, Ceres, Haumea, Éris e Makemake.

**Resposta: (a)**

6. Durante o ano, a posição aparente do Sol no céu muda de forma perceptível, e isso acontece principalmente por dois fatores fundamentais: o movimento de translação da Terra ao redor do Sol e a inclinação do seu eixo em relação ao plano da órbita terrestre, chamado de plano da eclíptica. A Terra leva aproximadamente 365 dias para dar uma volta completa ao redor do Sol, e seu eixo está inclinado cerca de  $23,5^\circ$  em relação à perpendicular desse plano. Como resultado, o caminho que o Sol parece percorrer no céu — conhecido como eclíptica — varia ao longo do ano, fazendo com que o Sol “suba” ou “desça” no céu dependendo da época.

Essa variação dá origem às estações do ano e aos fenômenos astronômicos chamados solstícios e equinócios. Nos solstícios (de verão e de inverno), o Sol atinge sua maior ou menor altura aparente no céu ao meio-dia, resultando no dia mais longo ou mais curto do ano. Já nos equinócios (da primavera e do outono), o Sol cruza o equador

celeste, fazendo com que o dia e a noite tenham aproximadamente a mesma duração em todos os lugares da Terra. Portanto, o movimento aparente do Sol ao longo do ano não é apenas um espetáculo celeste, mas também o que regula o ciclo das estações e influencia diretamente o clima e a agricultura no planeta. Assim, dada a imagem a seguir:



Marque a alternativa **incorreta**.

- (a) No globo da esquerda o Hemisfério Sul está mais ensolarado.
- (b) O Trópico de Capricórnio fica no Hemisfério Norte e o de Câncer no Hemisfério Sul
- (c) No globo da direita o Polo Norte tem dia claro de 24h.
- (d) Prolongando-se imaginariamente o eixo da Terra acima do Polo Norte chega-se perto da estrela Polar.
- (e) A linha do Equador divide a Terra entre Norte e Sul.

**Solução:**

a - **Verdadeira**. Como no globo da esquerda a maior parte em contato com os raios do Sol é o Hemisfério Sul, ele está mais ensolarado (Verão)

b - **Falsa**. Na verdade, é o contrário. O Trópico de Câncer fica no Hemisfério Norte e o Trópico de Capricórnio no Hemisfério Sul.

c - **Verdadeira**. Como no globo da direita a maior parte em contato com os raios do Sol é o Hemisfério Norte, ele está mais ensolarado (Verão), o Polo Norte tem o Sol da meia-noite (tem dia claro de 24h)

d - **Verdadeira**. Um observador no Polo Norte "Geográfico", ao olhar para cima, verá a estrela polar, que está próxima ao Polo Norte "Celeste"

e - **Verdadeira**. A linha do Equador, definida como a latitude 0, divide a Terra entre o Hemisfério Norte e o Hemisfério Sul.

**Resposta: (b)**

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

$$v = H_0 \cdot d$$

Onde  $H_0$  é a constante de proporcionalidade chamada de constante de Hubble. O seu valor mais aceito atualmente é  $H_0 \approx 72 \text{ km} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{Mpc}^{-1}$ .

A velocidade de recessão das galáxias é a velocidade com que elas estão se afastando uma das outras. Assim, a Lei de Hubble comprova a ideia de expansão do Universo!

Considere, então, um quasar que está se afastando da Terra com uma velocidade  $v = 6 \cdot 10^4 \text{ km/s}$ . Supondo que a velocidade desse quasar foi constante no tempo desde o Big-Bang, calcule, usando a Lei de Hubble, o tempo gasto (em anos) pelo quasar para chegar à distância atual que ele se encontra da Terra.

**Dados:**

- $1 \text{ Mpc} \approx 3,0 \cdot 10^{19} \text{ km}$ .
  - Considere que 1 ano possui, aproximadamente,  $3,1 \cdot 10^7 \text{ s}$ .
- (a)  $1,35 \cdot 10^8$  anos.
- (b)  $1,35 \cdot 10^9$  anos.
- (c)  $1,35 \cdot 10^{10}$  anos.
- (d)  $1,35 \cdot 10^{11}$  anos.
- (e)  $1,35 \cdot 10^{12}$  anos.

**Solução:**

Pela Lei de Hubble, a distância que o quasar se encontra da Terra é:

$$v = H_0 \cdot d \rightarrow d = \frac{v}{H_0}$$

Considerando a velocidade do quasar constante desde o Big Bang, o tempo para ele chegar na distância atual é:

$$v = \frac{d}{t} \rightarrow t = \frac{d}{v}$$

Portanto:

$$t = \frac{v}{H_0} \cdot \frac{1}{v} = \frac{1}{H_0}$$

Convertendo as unidades da constante de Hubble de  $km \cdot s^{-1} \cdot Mpc^{-1}$  para  $s^{-1}$ :

$$H_0 = \frac{72 km}{3 \cdot 10^{19} \frac{km \cdot Mpc}{Mpc} \cdot 1s} = 2,4 \cdot 10^{-18} s^{-1}$$

Concluindo:

$$t = \frac{1}{2,4 \cdot 10^{-18}} \approx 4,2 \cdot 10^{17} s$$

Convertendo de segundos para anos:

$$t = \frac{4,2 \cdot 10^{17}}{3,1 \cdot 10^7} \approx 1,35 \cdot 10^{10} anos$$

**O.B.S.:** Quando usamos os valores reais (e não as aproximações), chegamos em  $t \approx 13,8 \cdot 10^{10}$  anos, que é justamente a idade do Universo!

**Resposta: (c)**

8. Ao longo do século XX e início do século XXI, a humanidade deu passos extraordinários na exploração espacial. Desde os primeiros satélites artificiais até as sondas que cruzaram os limites do Sistema Solar, cada missão representa um marco importante no avanço tecnológico e científico. A Corrida Espacial, motivada pela rivalidade entre Estados Unidos e União Soviética durante a Guerra Fria, resultou em feitos notáveis, como o envio do primeiro ser humano ao espaço e a chegada do homem à Lua. Além disso, o uso de sondas robóticas e ônibus espaciais revolucionou nossa capacidade de estudar o cosmos e realizar operações em órbita. Com base nesse contexto, analise as afirmativas a seguir sobre marcos importantes na história da exploração espacial:

1. ( ) A missão Apollo 11, lançada em 1969, foi a primeira a levar seres humanos à superfície da Lua.
2. ( ) A sonda Voyager 1 foi a primeira espaçonave a sair do Sistema Solar e entrar no espaço interestelar.
3. ( ) A missão Sputnik 1 teve o primeiro ser humano a entrar em órbita da Terra.
4. ( ) Yuri Gagarin foi o primeiro homem a viajar ao espaço, na missão Vostok 1, em 1961.
5. ( ) O ônibus espacial Challenger completou com sucesso mais de 50 missões antes de ser aposentado.

Assinale a alternativa correta com a sequência (V) ou (F):

- (a) V, V, F, V, F
- (b) V, F, F, V, F

- (c) V, V, V, F, F
- (d) F, V, F, V, V
- (e) V, F, F, V, V

**Solução:**

- **Afirmativa 1:** Verdadeira. A Apollo 11 levou Neil Armstrong e Buzz Aldrin à Lua.
- **Afirmativa 2:** Verdadeira. Voyager 1 foi a primeira a alcançar o espaço interestelar.
- **Afirmativa 3:** Falsa. Sputnik 1 foi o primeiro satélite artificial, mas não era tripulado.
- **Afirmativa 4:** Verdadeira. Gagarin foi o primeiro humano no espaço.
- **Afirmativa 5:** Falsa. O Challenger foi destruído em 1986 em sua décima missão.

**Resposta: (a)**

9. A sonda espacial Juno foi lançada do Cabo Canaveral, na Flórida, em 5 de agosto de 2011, e entrou em uma órbita polar ao redor do planeta Júpiter no dia 5 de julho de 2016 com o objetivo de obter informações sobre esse planeta e seus arredores. Desde sua chegada ao planeta, a sonda nos proporcionou diversos conhecimentos acerca da ocorrência de água na atmosfera joviana e do campo magnético do planeta e sobre algumas luas que orbitam Júpiter.

Ela já fez importantes descobertas sobre Júpiter, como a presença de água na atmosfera e de um campo magnético irregular e a ocorrência de ciclones e tempestades intensas que se estendem no interior de planeta, e sobre algumas de suas luas, como a detecção de um novo vulcão gigante e de lagos de lava em Io. O fim de sua missão está programado para setembro de 2025.

A figura abaixo é uma imagem da sonda Juno orbitando Júpiter.



Considerando que o semi-eixo maior da órbita elíptica da sonda Juno vale  $a = 4,05 \cdot 10^6$  km e que seu período orbital é  $P = 53$  dias, qual seria o seu novo semi-eixo maior caso a gravidade de Júpiter diminuísse seu período orbital para  $P = 26,2$  dias?

**Dica:** Use a Terceira Lei de Kepler, a qual afirma que razão entre o quadrado do período orbital e o cubo do semi-eixo maior é constante, ou seja:

$$\frac{P^2}{a^3} = k$$

Lembre-se de que a constante  $k$  depende apenas da massa do planeta orbitado pela sonda.

Se necessário, use:  $\sqrt[3]{0,5} \approx 0,8$ .

- (a)  $3,24 \cdot 10^6$  km.
- (b)  $2,59 \cdot 10^6$  km.
- (c)  $5,06 \cdot 10^6$  km.
- (d)  $8,10 \cdot 10^6$  km.
- (e)  $2,02 \cdot 10^6$  km.

**Solução:**

Como a massa do planeta não muda, a constante  $k$  permanece a mesma. Assim, pela Terceira Lei de Kepler:

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

$$\left(\frac{a_2}{a_1}\right)^3 = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^2$$

$$a_2 = a_1 \cdot \sqrt[3]{\frac{P_2}{P_1}}$$

Logo, substituindo os valores:

$$a_2 = 4,05 \cdot 10^6 \cdot \sqrt[3]{\frac{26,5}{53}}$$

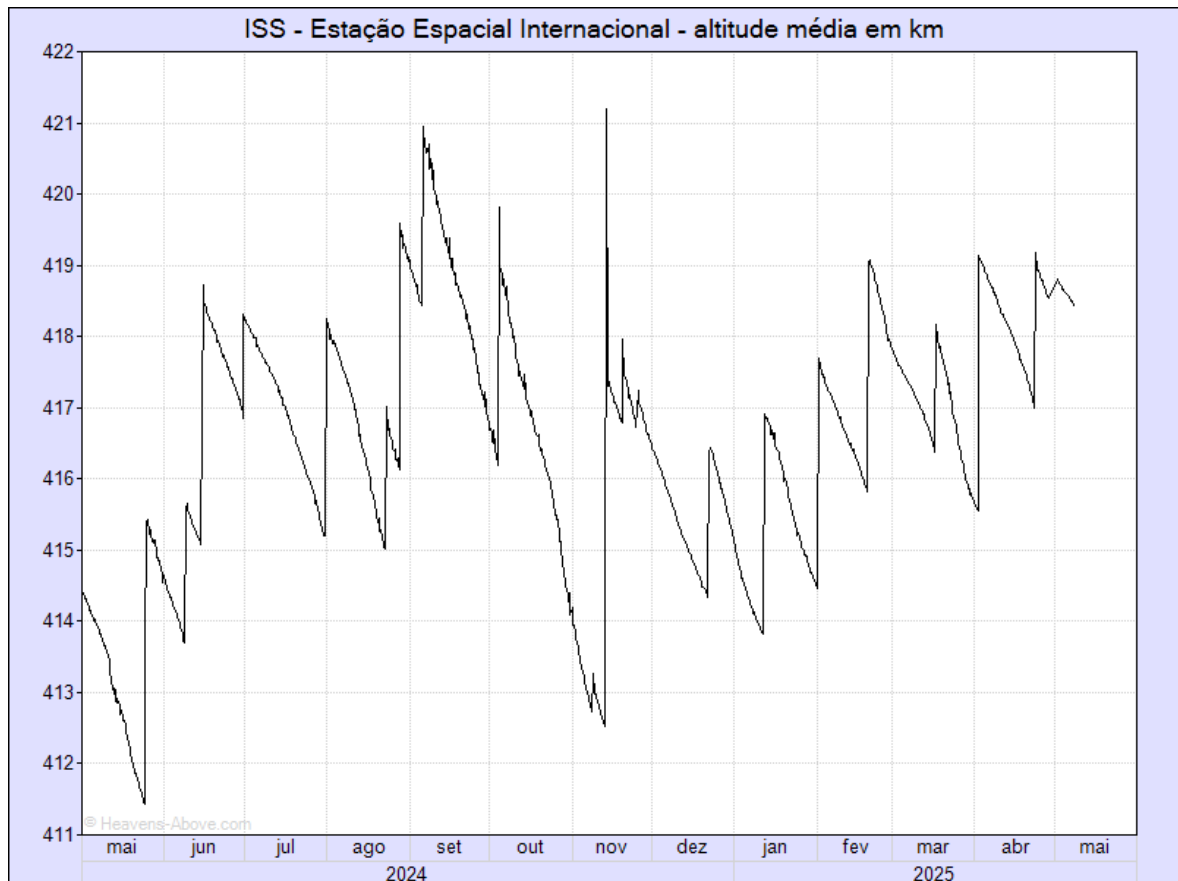
$$a_2 = 4,05 \cdot 10^6 \cdot 0,8$$

$$a_2 = 3,24 \cdot 10^6 km$$

**Resposta: (a)**

10. A Estação Espacial Internacional (ISS) orbita a Terra a uma altura aproximada de 408 km acima da superfície do planeta. Apesar de estar a essa altitude, a ISS ainda está sujeita ao efeito da atmosfera terrestre, a qual, mesmo rarefeita, exerce um pequeno atrito que causa a desaceleração da estação e, consequentemente, a perda de altura. Chamamos isso de decaimento orbital. É por esse motivo que a ISS é ajustada periodicamente, por meio de manobras de propulsão, para manter sua órbita estável. O diagrama abaixo mostra a altitude da ISS acima da superfície da Terra de maio de 2024 a maio de 2025.





Supondo que a taxa de decaimento orbital da ISS seja constante e igual a  $\Phi = 2$  km/mês e que, a partir de maio de 2025, nenhuma manobra de correção de altitude seja feita, quando a estação espacial atingirá a Linha de Kármán, referência definida a 100 km de altitude acima da superfície da Terra usada para marcar o limite entre a atmosfera do planeta e o espaço sideral?

- (a) Janeiro de 2038.
- (b) Dezembro de 2036.
- (c) Maio de 2037.
- (d) Setembro de 2037.
- (e) Março de 2038.

### Solução:

A ISS precisa descer  $\Delta h = 408 - 100 = 308$  km para chegar até a Linha de Kármán.

Portanto:

$$\Phi = \frac{\Delta h}{\Delta t} \rightarrow \Delta t = \frac{\Delta h}{\Phi}$$

$$\Delta t = \frac{308}{2} = 154 \text{meses}$$

Logo, a ISS atingirá a Linha de Kármán em 154 meses, ou seja, em março de 2038.

**Resposta: (e)**