



COMENTÁRIO OBA

NÍVEL 3

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) Sabemos que a Luminosidade (L) das estrelas (equivalente à Potência das lâmpadas) é dada por:

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

onde σ (letra grega sigma) é uma constante, como o π (pi), R é o raio da estrela e T a temperatura superficial da estrela. Note que $4\pi R^2$ representa a área superficial da estrela. Então se duas estrelas têm a mesma temperatura superficial, a de maior luminosidade será:

Assinale a única alternativa correta.

- a) A mais próxima da Terra.
- b) A que tiver mais massa.
- c) A de maior densidade.
- d) A maior delas.
- e) A mais brilhante.

Solução:

Se temos duas estrelas (1 e 2) com luminosidades tais que $L_1 > L_2$ com $T_1 = T_2$ isso significa que

$$(4\pi R_1^2)\sigma T_1^4 > (4\pi R_2^2)\sigma T_2^4 \therefore R_1^2 > R_2^2 \Rightarrow R_1 > R_2$$

Portanto a mais luminosa é a maior das duas.

Resposta: (d)

2. (1 ponto) Os astrônomos chamam a **Potência** das estrelas de **Luminosidade** (L). Eles descobriram que ela depende do **Raio** (R) e da **Temperatura** (T) da estrela da seguinte forma:

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

onde σ (letra grega sigma) é uma constante, como o π (pi). Por outro lado, o **brilho** da estrela depende de quanta luz chega aos nossos olhos ou instrumentos, portanto o **brilho** depende da distância d , a que estamos dela. A luz da estrela vai se dispersando pelo espaço à medida que se afasta da estrela. Com o que explicamos acima, podemos afirmar que para uma mesma estrela:

Assinale a única alternativa correta.

- a) A Luminosidade e o brilho da estrela não dependem da distância dela à Terra.
- b) A Luminosidade será maior quanto mais próxima estiver a estrela de nós.
- c) O brilho de uma estrela só depende da luminosidade dela.
- d) Quanto maior a temperatura da estrela maior será seu brilho.
- e) O seu brilho é maior quanto mais perto a estrela estiver de nós.

Solução:

Luminosidade é uma propriedade intrínseca da estrela e não depende da distância até a Terra. Já o fluxo (brilho) depende tanto da luminosidade quanto do inverso da distância ao quadrado da Terra.

Com isso temos que quanto menor a distância da estrela, maior o brilho da estrela conforme o item e).

OBS: Apesar do enunciado não mencionar, o brilho depende da luminosidade que por sua vez depende da temperatura, o que faria com que o item d) também possa ser considerado. Optamos deixar o gabarito como e) pelo enunciado explicitar somente a relação com a distância.

Resposta: (e)

3. (1 ponto) Alguns Rovers (pequenos veículos exploradores) exploraram ou estão explorando Marte, o qual quando está mais próximo da Terra está à distância de apenas 55 milhões de quilômetros (só no ano de 2287 ele estará um pouco mais próximo do que isso). Frequentemente, é preciso enviar um sinal, ou instrução ao Rover, e este sinal viaja na velocidade da luz, a qual é de, aproximadamente, 300.000 km/s e independe das velocidades da Terra e de Marte. Calcule quantos minutos, aproximadamente, este sinal gasta para ir da Terra ao Rover, quando Marte está em máxima aproximação da Terra.

$$\text{Dados: } V = V_0 + at, S = S_0 + V_0t + \frac{1}{2}at^2, v = \frac{\Delta S}{\Delta t}, V^2 = V_0^2 + 2a\Delta S.$$

Assinale a alternativa que contém o valor correto.

- a) () 1 min.
 b) () 2 min.
 c) () 3 min.
 d) () 4 min.
 e) () 5 min.

Solução:

A distância percorrida por um corpo quando ele se encontra com uma velocidade constante pode ser escrito como:

$$S = S_0 + V_0t + \frac{1}{2} \times 0 \times t^2$$

$$S = vt$$

Então, o tempo necessário para o sinal ir da Terra ao Rover é:

$$t = \frac{S}{v} = \frac{55000000}{300000} = 183,33s \approx 3min$$

Resposta: (c)

4. (1 ponto) As Leis de Kepler descrevem os movimentos dos planetas, luas, cometas e satélites artificiais em torno dos astros nos quais orbitam. Ela vale para o Sol e seus planetas e para os planetas e seus satélites naturais ou artificiais.

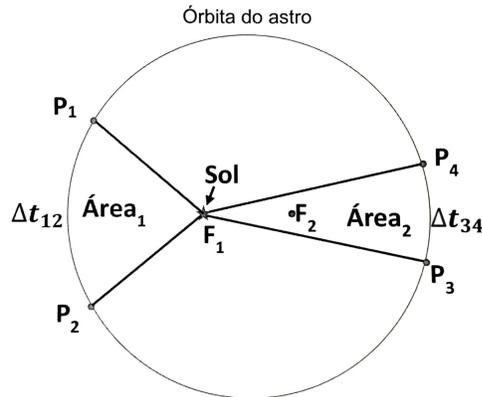
A 1ª Lei de Kepler afirma que:

“Os planetas (inclusive planetas anões) giram em torno do Sol em órbitas elípticas, estando o Sol num dos focos da elipse.”

A 2ª Lei de Kepler afirma que:

“Em iguais intervalos de tempos ($\Delta t_{12} = \Delta t_{34}$) os planetas “varrem” áreas iguais ($Area_1 = Area_2$).”

A **3ª Lei de Kepler** afirma que $T^2 = ka^3$, onde $k = \frac{4\pi^2}{G(M_{Sol} + M_{Planeta})}$, G é a constante Universal da Gravitação e a o semieixo maior da elipse.



Como consequência das três Leis de Kepler podemos afirmar que:

Atenção: **PRIMEIRO** coloque **F**, de falso, ou **V**, de verdadeiro, na frente de cada afirmação abaixo e, **DEPOIS**, assinale a alternativa que contém a sequência correta de **F** e **V**.

- 1ª) () No periélio a velocidade dos planetas é maior do que no afélio. Veja figura.
- 2ª) () Como a massa dos planetas é desprezível em comparação com a massa do Sol, então o valor da constante k é praticamente o mesmo para todos os corpos do Sistema Solar que orbitam o Sol.
- 3ª) () Nos pontos P_1 e P_4 as velocidades dos planetas estão aumentando, mas diminuindo nos pontos P_2 e P_3 . Considere que o astro vai passar pelos pontos P_1, P_2, P_3, P_4 nesta ordem.
- 4ª) () Quanto maior o semieixo da elipse do planeta, maior é a duração do seu ano.
- 5ª) () A Lei da Gravitação Universal de Newton invalidou as três Leis de Kepler.

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

- a) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (F)
- b) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (F)
- c) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (V), 4ª (V), 5ª (F)
- d) () 1ª (F), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (V)
- e) () 1ª (V), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (V)

Solução:

1ª) (V) A velocidade orbital no periélio é máxima, enquanto a velocidade do afélio é mínima, logo, a velocidade do periélio é maior que a do afélio, portanto a afirmativa é **verdadeira**.

2ª) (V) Como a massa dos planetas é desprezível, a expressão para k para a ter a seguinte forma:

$$k = \frac{4\pi^2}{GM_{Sol}}$$

Como essa expressão depende apenas de constantes e da massa do Sol, ela tem o mesmo valor para todos os corpos do Sistema Solar, portanto a afirmativa é **verdadeira**.

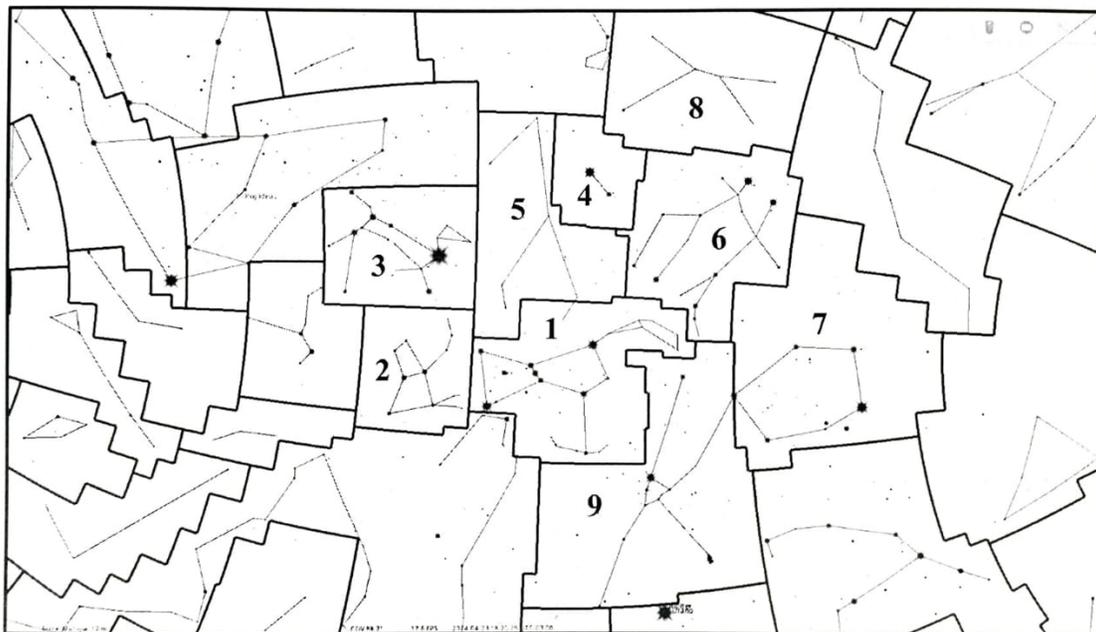
3ª) (V) Os pontos P_1 e P_4 se encontram entre o afélio e o periélio, trecho da órbita onde as velocidades aumentam. Já os pontos P_2 e P_3 se encontram entre o periélio e o afélio, onde as velocidades diminuem, portanto a afirmativa é **verdadeira**.

4ª) (V) Analisando a 3ª Lei de Kepler, é possível ver que se o semieixo maior a aumentar, o período T irá aumentar também, portanto a afirmativa é **verdadeira**.

5ª) (F) A Lei da Gravitação Universal de Newton validou as Leis de Kepler, portanto a afirmativa é **falsa**.

Resposta: (b)

5. (1 ponto) A figura abaixo mostra uma parte do céu do dia 17/05/2024 às 20h, visto de um certo lugar do Brasil. As linhas fortes delimitam as áreas das constelações. As linhas finas “ligam”, artisticamente, as estrelas mais brilhantes de cada constelação. Uma história que os planetaristas da OBA inventaram para mais facilmente os alunos memorizarem um certo conjunto de constelações é a seguinte: **Órion** (no qual estão as “três marias”) está “lutando (na frente)” com o **Touro** (o qual tem dois grandes chifres). **Órion** sempre leva com ele o **Cão Maior** e o **Cão Menor**. O **Cão Maior** está saltando sobre a **Lebre** que está nos “pés” do **Órion**. O **Cão Menor** está sobre o **Unicórnio**, pois este está prestes a “furar” as costas do **Órion** com seu chifre. Use os números que estão nas constelações da figura e assinale a alternativa que contém,



NESTA ORDEM, as seguintes constelações: Órion, Touro, Cão Maior, Cão Menor e Lebre.

- a) () 1, 9, 3, 4, 2
- b) () 1, 9, 5, 8, 2
- c) () 2, 3, 4, 5, 6
- d) () 3, 4, 5, 6, 7
- e) () 1, 9, 4, 2, 3

Solução:

Apesar de ser possível responder a questão com a "história" criada pelos planetaristas (e um pouco de imaginação), utilizaremos o Stellarium. Observe a imagem abaixo:

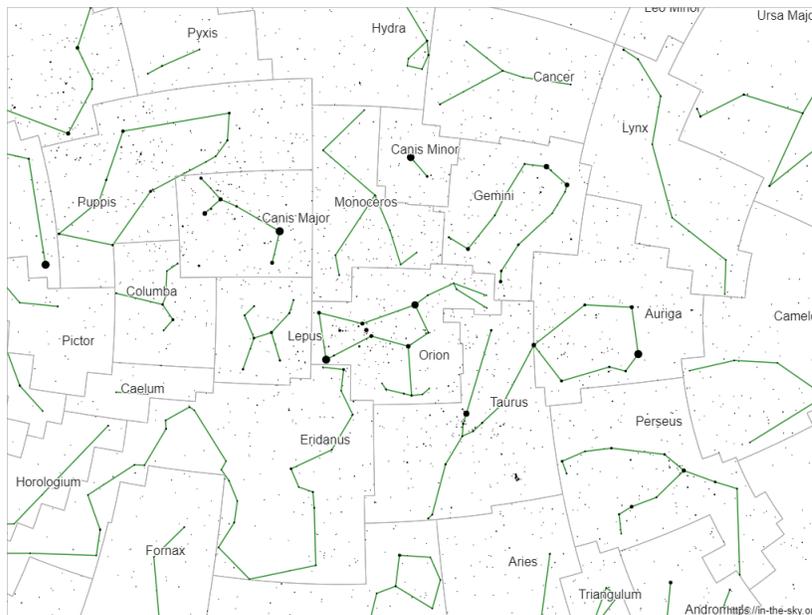


Imagem retirada do In-The-Sky.org Planetarium.

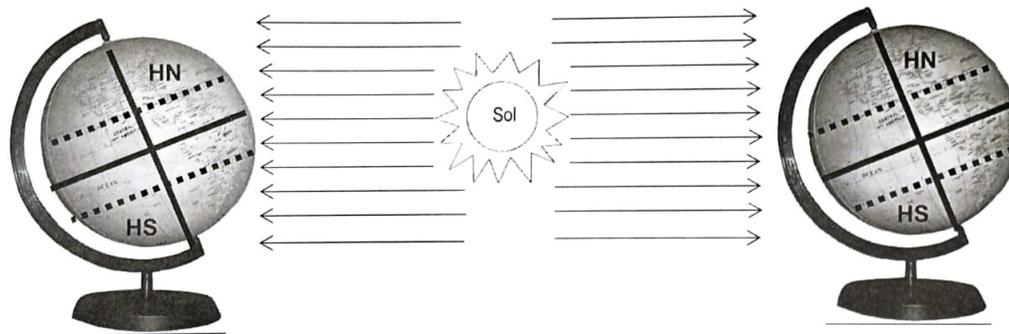
Os nomes das constelações estão em latim, traduzindo para português:

- Órion = ORION
- Touro = TAURUS
- Cão Maior = CANIS MAJOR
- Cão Menor = CANIS MINOR
- Lebre = LEPUS

Dessa forma, analisando as duas imagens, temos que a alternativa correta é a a).

Resposta: (a)

6. (1 ponto) Abaixo está o globo terrestre representando a Terra em dois diferentes instantes ao redor do Sol, aproximadamente à mesma distância do Sol, porém separados por 6 meses. Entre eles está o Sol (desenhado esquematicamente e fora de escala) e os "raios solares".



Dado: Na figura HN = Hemisfério Norte e HS = Hemisfério Sul. As linhas tracejadas representam os Trópicos.

Atenção: **PRIMEIRO** coloque **F**, de falso, ou **V**, de verdadeiro, na frente de cada afirmação abaixo e, **DEPOIS**, assinale a alternativa que contém a sequência correta de **F** e **V**.

- 1ª) () No dia 4 de janeiro a Terra passa pelo seu periélio, por isso é verão nos dois Hemisférios.
- 2ª) () Se o eixo de rotação da Terra estivesse perpendicular ao plano da sua órbita não ocorreriam as estações do ano, pois ambos os Hemisférios ficariam igualmente expostos ao Sol o ano todo.
- 3ª) () No inverno o Sol não é visível no Polo do Hemisfério no qual é inverno.
- 4ª) () O eixo de rotação da Terra está inclinado de 23,5 graus em relação ao Equador da Terra.
- 5ª) () No globo da direita é Verão no Hemisfério Norte e Inverno no Hemisfério Sul.

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

- a) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (F)
- b) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (F), 4ª (F), 5ª (V)
- c) () 1ª (F), 2ª (V), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (V)
- d) () 1ª (V), 2ª (F), 3ª (V), 4ª (F), 5ª (V)
- e) () 1ª (V), 2ª (F), 3ª (F), 4ª (V), 5ª (F)

Solução:

- 1ª) (F) No dia 4 de janeiro, a Terra realmente está no periélio, ou seja, no ponto mais próximo do Sol. No entanto, isso não significa que é verão em ambos os hemisférios. Na verdade, é verão no Hemisfério Sul e inverno no Hemisfério Norte devido à inclinação do eixo da Terra.
- 2ª) (V) Se o eixo de rotação da Terra fosse perpendicular ao plano da sua órbita, a quantidade de luz solar recebida em cada hemisfério seria a mesma ao longo do ano, resultando na ausência das estações do ano.
- 3ª) (V) Durante o inverno de um hemisfério, o polo correspondente está inclinado para longe do Sol, resultando em um período de escuridão contínua conhecido como noite polar.
- 4ª) (F) O eixo de rotação da Terra está inclinado em relação ao plano da órbita da Terra ao redor do Sol (plano eclíptico), e não em relação ao Equador da Terra. A inclinação é de aproximadamente 23,5 graus em relação à perpendicular ao plano eclíptico.

5ª) (V) Olhando a imagem, podemos perceber que o Hemisfério Norte está inclinado na direção do Sol (recebe mais raios de Sol) o que significa que é verão no Hemisfério Norte e por consequência inverno no Hemisfério Sul. Sempre que é verão em um Hemisfério é inverno no outro e vice-versa.

Resposta: (c)

7. (1 ponto) Não basta saber os nomes dos planetas e a sequência de afastamento deles ao Sol. Precisa saber também algumas das suas características. Assim, escreva o nome do planeta na frente das suas características.

Atenção: **PRIMEIRO** escreva **os nomes dos planetas** e, **DEPOIS**, assinale a alternativa que contém a sequência correta dos nomes dos planetas que você escreveu.

- 1º) (.....) O mais veloz dos planetas. Sua órbita é a mais excêntrica de todas. Se parece com a Lua, com crateras de impacto e planícies lisas. Visível só ao amanhecer ou ao entardecer.
- 2º) (.....) Tem menos de um milésimo da massa do Sol. Composto principalmente de hidrogênio. Rotação só de 10 horas. Em geral é o quarto astro mais brilhante do céu, depois do Sol, Lua e Vênus. Tem finos anéis e cerca de 95 satélites naturais.
- 3º) (.....) O óxido de Ferro predomina em sua superfície. Nele está o Monte Olimpo, a mais alta montanha num planeta. Tem estações do ano, como a Terra. Sobre ele está o “rover” chinês Zhurong.
- 4º) (.....) O planeta mais brilhante, embora não seja o mais volumoso. Ele possui a mais densa atmosfera entre todos os planetas terrestres. A pressão atmosférica na superfície dele é 92 vezes a da Terra.
- 5º) (.....) Composto principalmente de Hidrogênio e Hélio. Menos denso do que a água. Tem cerca de 95 vezes a massa da Terra. Ele irradia cerca de duas vezes mais energia do que recebe do Sol, isto indica que, assim como Júpiter, o planeta possui uma fonte de energia interna.

Assinale a alternativa que contém a sequência correta dos nomes dos planetas escritos acima.

- a) () 1ª (Mercúrio), 2ª (Netuno), 3ª (Marte), 4ª (Terra), 5ª (Urano)
- b) () 1ª (Mercúrio), 2ª (Saturno), 3ª (Vênus), 4ª (Marte), 5ª (Júpiter)
- c) () 1ª (Plutão), 2ª (Júpiter), 3ª (Marte), 4ª (Terra), 5ª (Saturno)
- d) () 1ª (Mercúrio), 2ª (Júpiter), 3ª (Marte), 4ª (Vênus), 5ª (Saturno)
- e) () 1ª (Mercúrio), 2ª (Júpiter), 3ª (Marte), 4ª (Vênus), 5ª (Urano)

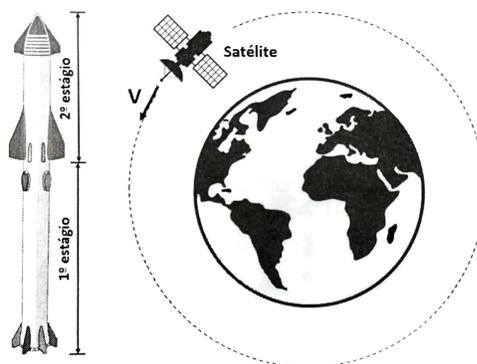
Solução:

- 1º) (**Mercúrio**) O mais veloz dos planetas. Sua órbita é a mais excêntrica de todas. Se parece com a Lua, com crateras de impacto e planícies lisas. Visível só ao amanhecer ou ao entardecer.
- 2º) (**Júpiter**) Tem menos de um milésimo da massa do Sol. Composto principalmente de hidrogênio. Rotação só de 10 horas. Em geral é o quarto astro mais brilhante do céu, depois do Sol, Lua e Vênus. Tem finos anéis e cerca de 95 satélites naturais.

- 3º) (**Marte**) O óxido de Ferro predomina em sua superfície. Nele está o Monte Olimpo, a mais alta montanha num planeta. Tem estações do ano, como a Terra. Sobre ele está o “rover” chinês Zhurong.
- 4º) (**Vênus**) O planeta mais brilhante, embora não seja o mais volumoso. Ele possui a mais densa atmosfera entre todos os planetas terrestres. A pressão atmosférica na superfície dele é 92 vezes a da Terra.
- 5º) (**Saturno**) Composto principalmente de Hidrogênio e Hélio. Menos denso do que a água. Tem cerca de 95 vezes a massa da Terra. Ele irradia cerca de duas vezes mais energia do que recebe do Sol, isto indica que, assim como Júpiter, o planeta possui uma fonte de energia interna.

Resposta: (d)

8. (1 ponto) O foguete Starship da SpaceX é composto de dois estágios. O primeiro estágio é formado por 33 motores e o segundo por 6 motores. Na decolagem sua massa é de 5.000.000 kg e o seu comprimento é de 121 metros. Quando estiver operando, o Starship será capaz de colocar 100.000 kg em órbita terrestre. Além de colocar satélites em órbita terrestre, o Starship permitirá viagens à Lua e a Marte.



Perguntas:

8a) Se o 1º estágio tem 71 metros de comprimento, quanto mede o 2º estágio?

8b) Suponha que um satélite colocado em órbita da Terra pelo foguete Starship (vide Figura) leve 1,5 hora para completar um giro (órbita) em torno da Terra. Sabendo que em cada órbita o satélite percorrerá a distância de 42.000 km, calcule a velocidade (V) desse satélite em km/h. Dica: velocidade = distância percorrida/tempo

Assinale a alternativa que contém as respostas aos itens “8a” e “8b” acima, nesta ordem.

- a) () 50 metros e 25.000 km/h
 b) () 50 metros e 28.000 km/h
 c) () 71 metros e 42.000 km/h
 d) () 71 metros e 28.000 km/h
 e) () 121 metros e 28.000 km/h

Solução:

8a) Como o comprimento total é de 121 metros e o 1º estágio mede 71 metros, o comprimento do 2º estágio será:

$$l = 121 - 71 = 50 \text{ m}$$

8b) Como $v = \frac{d}{t}$:

$$v = \frac{42.000 \text{ km}}{1,5 \text{ h}} = 28.000 \text{ km/h}$$

Resposta: (b)

9. **(1 ponto)** Desde o início da Era Espacial em 1957, a humanidade já enviou centenas de espaçonaves não tripuladas para explorar o Sistema Solar. Atualmente, existem duas delas em órbita do Sol: Sonda Parker (americana) e Solar Orbiter (europeia). A Sonda Parker foi lançada ao espaço em 12 de agosto de 2018, pelo foguete americano Delta IV Heavy, ingressando em órbita solar em aproximadamente 12 de janeiro de 2019.

Perguntas:

9a) Quantos meses a Sonda Parker levou para entrar na órbita do Sol?

9b) A Sonda Parker tinha 600 kg de massa e o foguete Delta IV Heavy que a lançou tinha, no instante do lançamento, 750.000 kg de massa (incluindo a Sonda Parker). Qual é o percentual de massa da Sonda Parker em relação à massa total do conjunto foguete Delta IV Heavy e Sonda Parker?

Assinale a alternativa que contém as respostas aos itens “9a” e “9b” acima, nesta ordem.

- a) 5 meses e 0,01%
 b) 5 meses e 0,04%
 c) 5 meses e 0,07%
 d) 5 meses e 0,08%
 e) 4 meses e 0,08%

Solução:

9a) Entre o lançamento em Agosto de 2018 e a entrada na órbita em Janeiro de 2019, se passaram **5 meses**.

9b) Dividindo a massa da Sonda Parker pela massa total do conjunto:

$$\frac{600}{750.000} = 0,0008 = 0,08\%$$

Resposta: (d)

10. **(1 ponto)** O Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) utiliza imagens de satélites para estimar o desmatamento na Amazônia Legal Brasileira, mostrada na figura abaixo, da qual fazem parte os 9 Estados listados na Tabela abaixo. Entre 1º de agosto de 2022 e 31 de julho de 2023 a área total desmatada foi de 9.001 km².



Estado	Área desmatada [km ²]
Acre	597
Amazonas	1.553
Amapá	12
Maranhão	285
Mato Grosso	2.086
Pará	3.272
Rondônia	873
Roraima	297
Tocantins	26
Total	9.001

10a) Identifique o Estado que sofreu o maior desmatamento no período acima.

10b) Identifique o Estado que sofreu o menor desmatamento no período acima.

10c) Baseado nos dados da Tabela, calcule a área desmatada pelos 3 Estados com maior desmatamento.

10d) Baseado no resultado do item “10c” e no total desmatado na Amazônia Legal Brasileira, calcule o percentual de desmatamento desses 3 Estados.

Assinale a alternativa que contém as respostas aos itens **10a**, **10b**, **10c**, **10d**, nesta ordem.

- a) () PA, AP, 6.911 km², 76,8%.
- b) () PA, AM, 6.011 km², 73,8%.
- c) () AP, PA, 6.911 km², 76,8%.
- d) () PA, MA, 5.911 km², 76,0%.
- e) () AP, PA, 3.272 km², 66,8%.

Solução:

Analisando a tabela, podemos responder os itens:

Item a) O Pará (PA) com 3.272 km² de área desmatada, é o estado com o maior desmatamento no período.

Item b) O Amapá (AP) com 12 km² de área desmatada, é o estado com o menor desmatamento no período.

Item c) Os três estados com o maior desmatamento são, respectivamente, Pará (3.272 km²), Mato Grosso (2.086 km²), Amazonas (1.553 km²) de área desmatada, é o estado com o maior desmatamento no período. Somando essas áreas, obtemos 6911 km²

Item d) A área total desmatada foi de 9.001 km² enquanto a área desmatada nesses 3 Estados foi 6911 km². Assim, a porcentagem é:

$$\frac{6.911 \text{ km}^2}{9.011 \text{ km}^2} \approx 76,8\%$$

Resposta: (a)