28ª OBA – GABARITO DA PROVA DO NÍVEL 4
16 / 05 / 2025

(Atenção: aluno com nota final maior ou igual a 7,0 será convidado para participar das provas seletivas que formam as equipes internacionais, portanto, escreva de forma legível seu e-mail e fique atento a ele e às redes sociais da OBA.)

Veja o gabarito em nossa home page www.oba.org.br

Nota de Astronomia: ________ Nota de Astronáutica:________ **Nota Final:** ____________

Observação: A Nota Final é a soma das notas de Astronomia e de Astronáutica. Visto do(a) Prof(a): ___________

Dados do(a) aluno(a) (use somente letras de fôrma):

Nome completo:.. Sexo:.........

Endereço: .... Nº.............

Bairro:................................. CEP: _ _ _ _ _ - _ _ _ Cidade: .... Estado: _ _

Tel. fixo: (_ _) _ _ _ _ - _ _ _ _ Tel. celular: (_ _) _ _ _ _ _ - _ _ _ _ Data de Nascimento _ _/_ _/_ _

E-mail: | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

(Obrigatório usar letras de fôrma e preencher o e-mail se tiver. Se não tiver, deixe em branco.)

Ano que está cursando: .... Quantas vezes participou da OBA? .....

Declaro que estou realizando esta prova em 16 de maio de 2025. ....

Prova fora desta data é ilegal e constitui-se em fraude punível na forma da Lei. Assinatura do aluno

---

Dados da escola onde o(a) aluno(a) estuda:

Nome da escola:...

Endereço: ....Nº.....................

Bairro:............................. CEP: _ _ _ _ _ - _ _ _ Cidade: ....Estado: _ _

OBSERVAÇÕES IMPORTANTES. Esta prova só pode ser realizada no dia **16/05/2025**, pois em outros dias é ilegal. Ela pode ser feita no horário que a escola escolher e pode durar **até 3 horas**. Não é permitido nenhum tipo de consulta a colegas, professores, material impresso ou eletrônico. Também não pode usar nenhum tipo de calculadora.

Boa Olimpíada!

Questão 1) (1 ponto) 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) (x) 41,0.

c) (   ) 42,6.

d) (   ) 44,0.

e) (   ) 45,6.

1) - Nota obtida: _____

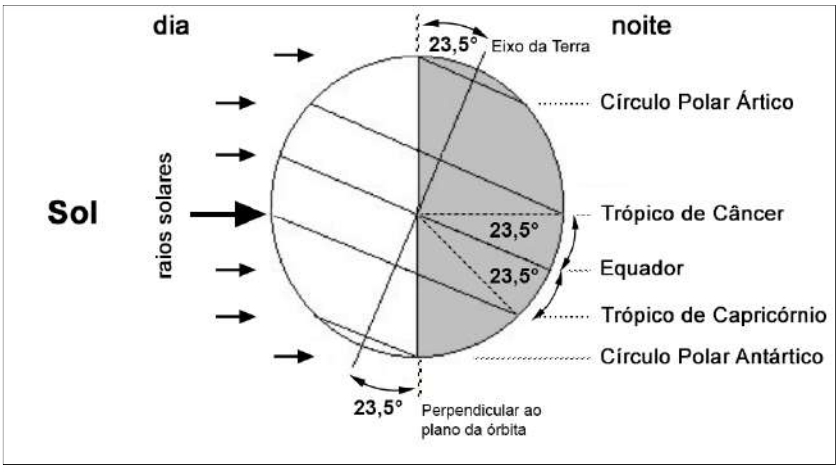
O número médio, n, de luas por planeta no Sistema Sola (SS) pode ser calculado por média aritmética simples:

$$n = \frac{soma\ de\ todas\ as\ luas\ (L)}{número\ de\ planetas\ (P)}$$

O número total de luas no SS é: $L = n \times P = 36 \times 8 = 288$

A nova média N, com mais 40 luas será, então: $N = \frac{288+40}{8} = \frac{328}{8} \rightarrow N = 41$

Questão 2) (1 ponto) 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.

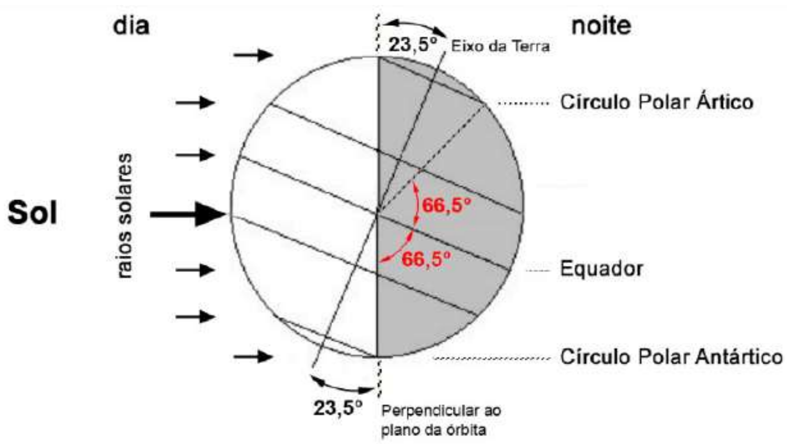
Baseado no esquema apresentado, qual é o ângulo entre os dois Círculos Polares?

a) (   ) 47,0°.
b) (   ) 66,5°.
c) (   ) 90,0°.
d) (x) 133,0°.
e) (   ) 156,5°.

2) - Nota obtida: _____

Pela geometria, vemos que o ângulo entre o Equador e os Círculos Polares vale 90,0° - 23,5° = 66,5°

Portanto, o ângulo entre os Círculos Polares será: 2 × 66,5° = 133,0°.



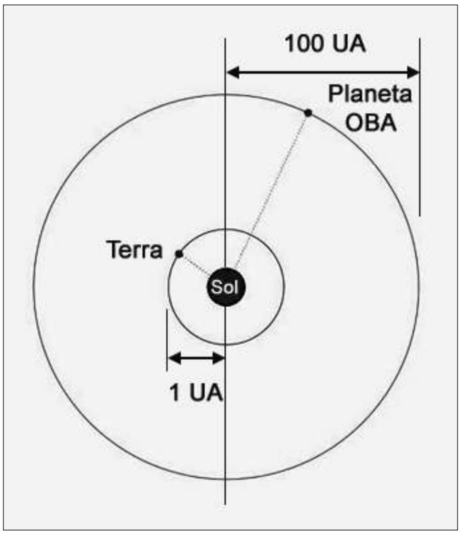
Questão 3) (1 ponto) A Terceira Lei de Kepler afirma que o quadrado do período **P** de revolução de um planeta de massa **m** ao redor do Sol é diretamente proporcional ao cubo de sua distância **r** do planeta ao Sol, segundo a equação:

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

Como a massa de qualquer planeta do Sistema Solar é muito menor do que a massa do Sol ($m_{planeta} << M_{Sol}$), 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) (x) 1.000 anos.

d) (   ) 3.162 anos.

e) (   ) 10.000 anos

3) - Nota obtida: _____

A resposta é a aplicação direta da 3ª Lei simplificada, lembrando que esta equação só é válida se P for em anos terrestres e r em UA.

$$P^2 = r^3 \rightarrow P = \sqrt[2]{r^3}$$

Substituindo-se os valores: $P = \sqrt[2]{100^3} = \left(\sqrt[2]{100}\right)^3 = 10^3 = 1.000\ anos$

Questão 4) (1 ponto) 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:

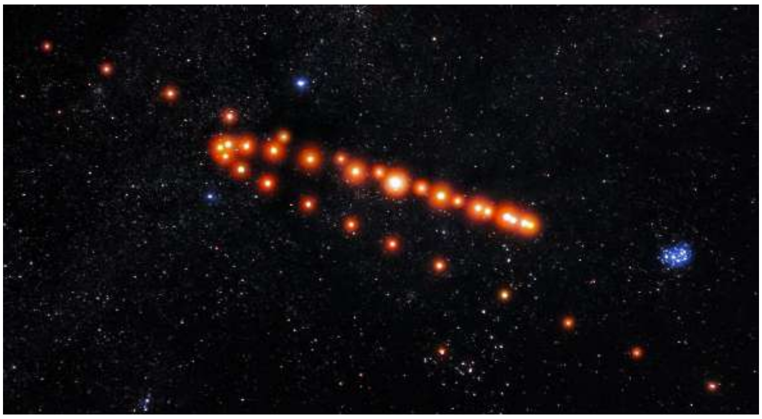
$$\frac{1}{S} = \frac{1}{P_1} - \frac{1}{P_2},$$

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:

$$\frac{1}{S_{Lua}} = \frac{1}{27\ dias} - \frac{1}{365\ dias} \rightarrow S_{Lua} \cong 29\ dias$$

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) (x) Janeiro de 2027.

4) - Nota obtida: _____

A configuração Sol-Marte-Terra repete-se a cada período sinódico S de Marte:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{365\ dias} - \frac{1}{687\ dias} \rightarrow S \cong 778{,}7\ dias \approx 779\ dias$$

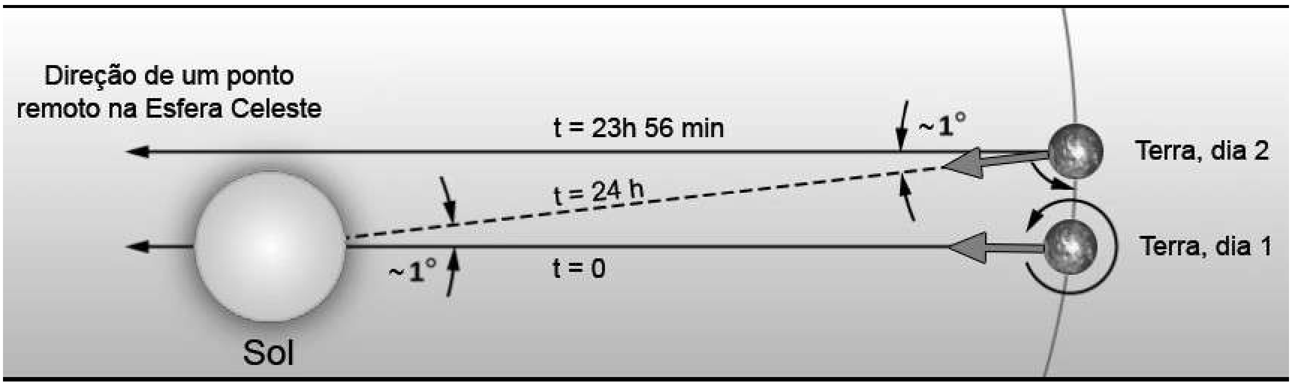
779 dias = 365 dias +365 dias + 49 dias = 2 anos +1 mês + 19 dias. Então a data do próximo início do movimento retrógrado de Marte acontecerá em janeiro de 2027.

A conta também pode ser feita utilizando os períodos em anos:

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{1\ ano} - \frac{1}{1{,}88\ ano} \rightarrow S \cong 2{,}14\ anos$$

Que corresponde a 2 anos e 0,14 ano (≅ 2 anos + 1 mês + 21 dias). Então a data do próximo início do movimento retrógrado de Marte, entre a opções apresentadas, será janeiro de 2027.

Questão 5) (1 ponto) 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 360º torno do Sol em cerca de 365 dias, logo, ela percorre:

$$\frac{360\ graus}{365\ dias} \approx 1\ \frac{grau}{dia}$$

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 = 1.440 min) corresponde a 361º e um dia sideral corresponde a 360º. Usando a "regra de três", temos:

$$\frac{1440_{min}}{x_{min}} = \frac{361^o}{360^o} \rightarrow x \cong 1.436\ min \cong dia\ sideral$$

Logo, o dia solar (1.440 min) é maior do que o dia sideral (1.436 min) em 4 minutos (1.440 min -1.436 min = 4 min). Portanto, o DIA SIDERAL é cerca de 4 minutos mais curto do que o DIA SOLAR e toda estrela nasce 4 min 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.

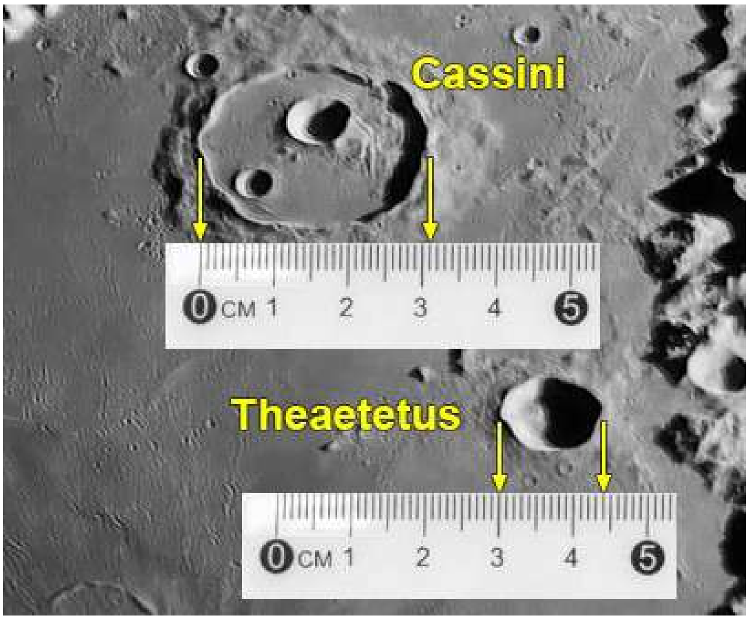
d) (x) 20h.

e) (   ) 23h.

5) - Nota obtida: _____

Em 45 dias, Canopus nascerá mais cedo: $45\text{ dias} \times \frac{4\text{ minutos}}{\text{dia}} = 180\text{ minutos} = 3\text{ horas}$
Portanto, 45 dias depois, Canopus nascerá às (23h - 3h) 20 h.

Questão 6) (1 ponto) 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) (x) 26 km.

d) (   ) 29 km.

e) (   ) 32 km.

6) - Nota obtida: _____

Pela leitura das réguas, vemos que Cassini, na imagem, tem 3,1 cm de diâmetro e que Theaetetus tem 1,4 cm. Por regra de três simples podemos chegar ao valor do diâmetro real de Theaetetus:

$$3{,}1 \text{ cm} \rightarrow 58 \text{ km}$$
$$1{,}4 \text{ cm} \rightarrow x$$

$$x = \frac{1{,}4 \text{ cm} \times 58 \text{ km}}{3{,}1 \text{ cm}} \rightarrow x \cong 26 \text{ km}$$

Questão 7) (até 1 ponto) 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**.

1ª) (V) A massa da Terra é cerca de 18 vezes a massa de Mercúrio;

2ª) (F) Se a massa de Marte fosse a mesma da Terra, seu período orbital também seria de 1 ano;

3ª) (V) Se Vênus estivesse à mesma distância média do Sol que está Mercúrio, seu período orbital seria de cerca de 88 dias;

4ª) (V) Marte tem quase o dobro da área superficial de Mercúrio;

5ª) (F) 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 40% mais curto do 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) 1,0 ponto

b) ( ) 1ª (V) – 2ª (V) – 3ª (V) – 4ª (V) – 5ª (F) 0,6 ponto

c) ( ) 1ª (V) – 2ª (V) – 3ª (V) – 4ª (F) – 5ª (F) 0,4 ponto

d) ( ) 1ª (F) – 2ª (V) – 3ª (V) – 4ª (F) – 5ª (F) 0,2 ponto

e) ( ) 1ª (F) – 2ª (V) – 3ª (F) – 4ª (F) – 5ª (V) 0,0 ponto

7) - Nota obtida: _____

- **A 1ª afirmação é verdadeira**, pois vemos na tabela que:

$$\frac{M_{Terra}}{M_{Mercúrio}} = \frac{1\ M_{Terra}}{0{,}055\ M_{Terra}} = \frac{1}{0{,}055} \cong 18{,}1 \rightarrow M_{Terra} \approx 18 M_{Mercúrio}$$

- **A 2ª afirmação é falsa**, pois o período orbital está relacionado à distância ao Sol e não à massa do planeta.

- **A 3ª afirmação é verdadeira**, pois 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:

$$P_{Vênus} = P_{Mercúrio} = 0{,}241\ ano = 0{,}241\ ano \times \frac{365\ dias}{ano} \cong 87{,}9\ dias \approx 88\ dias$$

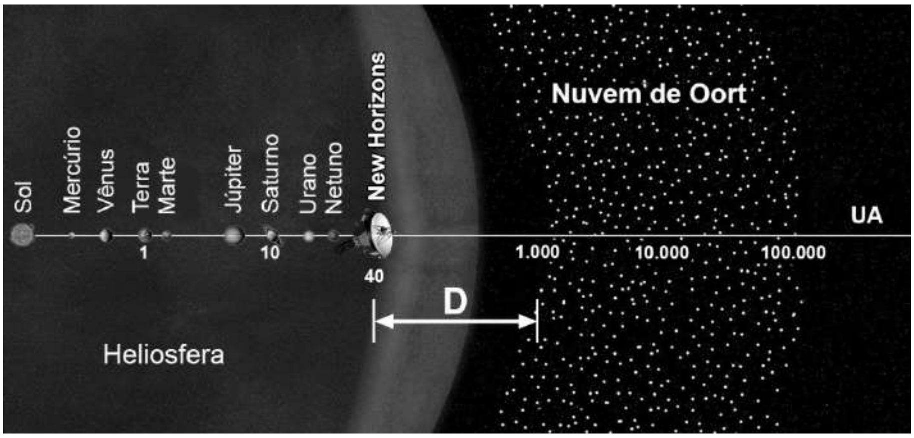
- **A 4ª afirmação é verdadeira**, pois a área A de uma superfície esférica (supondo os planetas como esferas) é calculada pela fórmula: $A = 4\pi r^2$, onde r é o raio do planeta. Ou, em termos de seu diâmetro D: $A = 4\pi(D/2)^2 = \pi D^2$. Pela tabela, temos:

$$\frac{A_{Marte}}{A_{Mercúrio}} = \frac{\pi(0{,}532\ D_{Terra})^2}{\pi(0{,}382\ D_{Terra})^2} = \left(\frac{0{,}532}{0{,}382}\right)^2 \cong (1{,}4)^2 = 1{,}96 \approx 2$$

- **A 5ª afirmação é falsa**, pois o período orbital está relacionado à distância ao Sol e não ao diâmetro do planeta.

AQUI COMEÇAM AS QUESTÕES DE ASTRONÁUTICA

Questão 8) (ponto) 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 a até 1.000 UA do nosso Sol. 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 ≈ de 14,2 km/s (≈ 3,0 UA/ano).

Mantendo essa velocidade, quanto tempo levará, aproximadamente, para a *New Horizons* para 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) (x) 320 anos.

d) ( ) 333 anos.

e) ( ) 960 anos.

8) - Nota obtida: _____

A distância D entre Plutão e o início da Nuvem de Oort vale: 1.000 - 40 = 960 UA

Sua velocidade relativa ao Sol vale: 3,0 UA/ano

Portanto, o tempo de viagem será de: $t = \frac{distância}{velocidade} = \frac{960\ UA}{3{,}0\ UA/ano} \rightarrow t = 320\ anos$

Questão 9) (1 ponto) 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 do 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) (x) 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 infravermelhos.

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.

9) - Nota obtida: _____

Questão 10) (1 ponto) 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 ar que sai são gases bem quentes e rápidos, que empurram o foguete para cima.

Suponha que durante a decolagem, um foguete queima propelente a uma taxa de 3,0 kg/s e que os gases da queima são 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: $F = \frac{\Delta m}{\Delta t} v_e \quad e \quad a = \frac{F}{m}$

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.

Assinale a alternativa correta:

a) (   ) 3 m/s².

b) (   ) 4 m/s².

c) (   ) 6 m/s².

d) (   ) 8 m/s².

e) (x) 12 m/s².

10) - Nota obtida: _____

Da primeira equação, temos: $F = 3{,}0 \frac{kg}{s} \times 4.000 \frac{m}{s} = 12.000 \frac{kg \cdot m}{s^2}$ ou $F = 12.000\ N$

Utilizando a segunda equação, encontramos a aceleração inicial pedida: $a = \frac{12.000 \frac{kg \cdot m}{s^2}}{1.000\ kg} \rightarrow a = 12\ \frac{m}{s^2}$